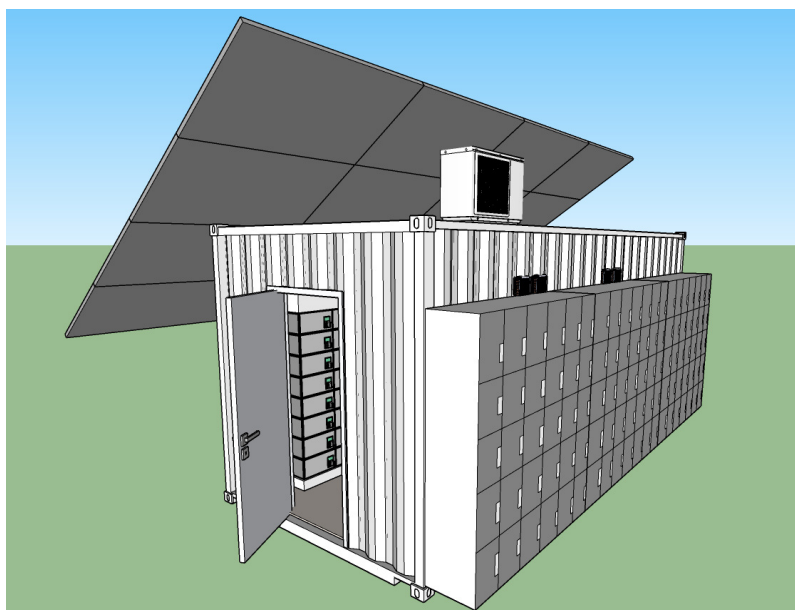




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Mecânica

ISEL



COOLSPOT

Auto-suficiência e Viabilidade económica

ANTÓNIO MONTEIRO HIGSS MIRANDA CALHA

(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutora Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca

Júri:

Presidente: Doutor Silvério João Crespo Marques

Vogais:

Doutora Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca

Doutor Helder Manuel Ferreira Dos Santos

Dezembro 2019



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Mecânica

ISEL

COOLSPOT

Auto-suficiência e Viabilidade económica

ANTÓNIO MONTEIRO HIGSS MIRANDA CALHA
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutora Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca

Júri:

Presidente: Doutor Silvério João Crespo Marques

Vogais:

Doutora Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca

Doutor Helder Manuel Ferreira Dos Santos

Dezembro 2019

RESUMO

A sensibilidade para as energias verdes e renováveis tem vindo a aumentar exponencialmente e cada vez se procura mais a implementação de instalações que respeitem, protejam o ambiente e reduzam a emissão de carbono/pegada ecológica. É neste âmbito que se enquadra este projecto.

As praias do vasto litoral português fornecem inúmeras oportunidades de trabalho e lazer, muitas vezes associadas a desportos náuticos, onde famílias e desportistas passam o dia. Com o objectivo de facilitar a comodidade dos utilizadores para guardar os seus valores e/ou refrigerar os alimentos e bebidas enquanto disfrutam da praia, este trabalho propõe a concepção de um espaço verde, de elevada eficiência energética, com capacidade de refrigeração, alimentado por um sistema de painéis fotovoltaicos, auto-suficiente e com respeito pelo meio ambiente.

Com a ajuda de softwares dedicados à energia fotovoltaica e ao ciclo frigorífico, foram dimensionados ambos os sistemas de modo a que conseguissem ser auto-sustentáveis. Obteve-se uma necessidade de consumo eléctrico de 5076,8 W e uma capacidade de produção de 5440 W, o que permitem concluir que todo o circuito é auto-sustentável.

Fez-se o estudo de viabilidade económica do modelo de negócio do projecto, utilizando indicadores financeiros. Foi feito um breve estudo de mercado relativamente aos preços de cacifos, no entanto, foi necessário prever alguns valores, como por exemplo, o número de horas de abertura da instalação para os utentes, a percentagem de cacifos em utilização, etc. Com as premissas anteriores já definidas, e através dos indicadores económicos conhecidos, chegou-se a valores muito positivos a nível de viabilidade económica. Obteve-se um período de recuperação de capital de cerca de 1,44 anos, um valor actual líquido a uma taxa de 8,51 % de 198 315,47 €, uma taxa interna de rentabilidade de 169,42 % e um índice de rentabilidade de 1,79 %, valores extremamente positivos e apelativos.

É, portanto, um projecto exequível, quer a nível técnico, quer a nível económico.

Com os resultados obtidos, foi desenvolvido um pedido de modelo de utilidade para salvaguardar este novo serviço que junta duas tecnologias já existentes.

PALAVRAS CHAVE: Sistema Fotovoltaico, Ciclo Frigorífico, Sistema Inovador com Energia Renovável, Sustentabilidade, Viabilidade Económica

ABSTRACT

Public awareness of the sources of energy leads to encouraging green and renewable energy as an option to protect the environment and reduce carbon footprint.

This is the scope of this project.

The vast Portuguese coastline provides countless work and leisure opportunities, often associated with water sports, where families and sportsmen spend the day at the beach.

With the aim of easing the convenience of its users to store their valuables and/or refrigerate their food and drinks while at sea or on the beach, this work proposes the projection of a green space, with high energy efficiency and the capacity of a cooling system powered by a photovoltaic system that allows self-sufficiency and respects the environment.

With the help of dedicated photovoltaic and refrigeration cycle softwares, both systems were scaled so that they could be self-sustaining, which was verified and confirmed after their sizing with a consumption of 5076,8 W and a production capacity of 5440 W.

To understand the level of this project as if it is a good investment, a bench marketing study was done regarding the prices of lockers and it was necessary to foresee some values, such as the number of opening hours of the facility for users, the percentage of lockers in use, etc.

With the previous assumptions already defined, and through the known economic indicators, very interesting values were reached in terms of economic viability. Values like 1,44 years of payback period, 198 315,47 € of net present value with a 8,51 % tax, 169,42 % of internal rate of return and 1,79 % of profitability index, are all proof that the investment is highly recommended.

Through the combination of two pilot schemes, photovoltaic and refrigeration, the project achieves energy self-sustainability and economic viability in the short term.

With the results achieved, a utility model request was made to save and protect this new idea of service that gathers two already known technologies such as photovoltaic energy and the refrigeration cycle.

KEYWORDS: Photovoltaic System, Refrigeration Cycle, Innovative Renewable Energy System, Sustainability, Economic Viability.

AGRADECIMENTOS

Ao longo da execução deste trabalho foram muitas as adversidades enfrentadas. É importante referir que não teria conseguido sem ajuda. Gostaria de agradecer e dedicar este trabalho a todos os que de certa forma me motivaram a finalizar o projecto.

À Professora Doutora Cláudia Casaca por ter aceitado orientar esta tese, por todo o interesse, ajuda e disponibilidade.

A toda a equipa da ARL – Ar Condicionado e Refrigeração, S.A., ao Eng. Mário Silva, Eng. João Filipe, Ângelo Santos e João Ferreira, pela flexibilidade de horário de trabalho, pelo investimento e disponibilidade. Foi onde iniciei a minha carreira profissional e pelos quais terei sempre um carinho especial.

Ao Alexandre Costa da Centauro e ao Ruben Amaral da Mafiol – Equipamentos Comerciais, S.A., pela ajuda e disponibilidade demonstrada.

Ao Ricardo Pereira da LMGE, pela ajuda com as dúvidas nas componentes eléctricas.

Ao Figueiredo, por acreditar e ver sempre o melhor em mim. Pela experiência, conhecimentos e ideias partilhadas.

A todos os meus amigos, em especial ao Afonso Braz pela ajuda a nível de design gráfico e à Dudu pelo apoio e motivação incansável, ao Duarte pela conversa de motivação a caminho de Valejas que sempre se manteve na minha cabeça, à Daniela pela partilha de experiência e motivação no almoço em Vilamoura. Ao Vítor pelas trocas de ideias a caminho da Ericeira para o nosso surf matinal.

Aos meus colegas e amigos do ISEL, Jone, Tits, Rafiki, Danilo, Louças e Fabs. Por estarem sempre disponíveis, pelo constante espírito de entreaajuda, por toda a parvoeira, amizade e motivação.

Aos meus pais por me terem permitido estudar e concluir mais uma etapa da minha vida, por todo o tempo, discussões, paciência e carinho. São pessoas essenciais na minha vida e sem eles não teria chegado onde cheguei.

Aos meus irmãos Francisco por todas as trocas de ideias e visão mais artísticas e arquitectónicas e Nuno por todas as conversas e ajudas em termos de experiência e escolhas a nível educacional e profissional.

Por fim queria deixar um grande obrigado à Inês pela concepção da primeira ideia, por toda a paciência, disponibilidade e apoio incondicional. Sem sombra de dúvidas um grande pilar na minha vida académica e pessoal.

Um Grande Obrigado a todos.

*“I’m a great believer in luck
and I find the harder I work
the more I have of it.”*

Thomas Jefferson

Índice

RESUMO	I
ABSTRACT	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xiii
NOMENCLATURA	xv
Abreviaturas	xv
Simbologia	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	3
1.2. Objectivos	3
1.3. Revisão histórica	4
1.4. Estrutura do trabalho	15
2. ENERGIA FOTOVOLTAICA	17
2.1. Enquadramento	19
2.2. Princípios de funcionamentos	21
2.2.1. Tipos de sistemas	21
2.2.2. Tipos de painéis	22
2.2.3. Sistema fotovoltaico	23
2.3. Legislação	27
3. REFRIGERAÇÃO	31
3.1. Enquadramento	33
3.2. Princípios de funcionamento	33
3.2.1. Tipos de ciclo	33
3.2.2. Tipos de refrigerantes	34
3.2.3. Ciclo frigorífico	36
3.3. Legislação	44
4. CASO DE ESTUDO	47
4.1. Apresentação do Projecto CoolSpot	49
4.2. Balanço Térmico	55
4.3. Fluido Frigorígeno	59
4.4. Potência Frigorífica	61
4.4.1.1. Grupo Condensador	66
4.4.1.2. Evaporador	68
4.4.1.3. Ventiladores	69
4.4.1.4. Válvula de Expansão	69

4.4.1.5.	Outros componentes	72
4.5.	Sistema Fotovoltaico	73
4.5.1.	Painel Fotovoltaico	76
4.5.2.	Inversor	77
4.5.3.	Baterias	79
4.6.	Sistema Eléctrico	81
5.	VIABILIDADE ECONÓMICA	85
5.1.	Orçamento	87
5.2.	Análise de Indicadores	88
6.	CONCLUSÃO	93
	REFERÊNCIAS	97
	ANEXOS	103
	Anexo 1 – Instalações FV em Portugal	105
	Anexo 2 – Tipos de células fotovoltaicas	107
	Anexo 3 – Células FV e as suas eficiências	109
	Anexo 4 – Flúidos Frigorigéneos	111
	Anexo 5 – Painel de Poliuretano	113
	Anexo 6 – Iluminação LED	115
	Anexo 7 – Ar Condicionado	117
	Anexo 8 – Refrigerante R1234ze	119
	Anexo 9 – Software Danfoss®	121
	Anexo 10 – Software Centauro®	123
	Anexo 11 – Grupo Condensador	125
	Anexo 12 – Evaporador	127
	Anexo 13 – Ventilador	129
	Anexo 14 – Visor	131
	Anexo 15 – Filtro	133
	Anexo 16 – Termostato	135
	Anexo 17 – Pressostato	137
	Anexo 18 – Painel Fotovoltaico	139
	Anexo 19 – Inversor	141
	Anexo 20 – Baterias	143
	Anexo 21 – Cabos eléctricos	145
	Anexo 22 – Disjuntores	147
	Anexo 23 – Quadro Eléctrico	149
	Anexo 24 – Grupo Gerador	151
	Anexo 25 – Análise Financeira	153
	ESTIMATIVA ORÇAMENTAL	155
	LISTA DE DESENHOS	159

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Efeito Fotovoltaico [2].....	4
Figura 1.2 - Vidro Fotovoltaico [5]	6
Figura 1.3 - Apple Park em Cupertino, Califórnia [7].....	7
Figura 1.4 - Projecto para o Hawaii.....	8
Figura 1.5 - Radiação Global [11]	8
Figura 1.6 - Evolução mundial da energia fotovoltaica instalada 2000-2016 [11]	9
Figura 1.7 - Previsão da evolução da energia fotovoltaica a nível mundial [13]	10
Figura 1.8 - Programa E4 [14].....	10
Figura 1.9 - Evolução temporal da potência instalada em Portugal [13]	11
Figura 1.10 – a) Localização Estações Medição do IPMA e b) Radiação por local em Portugal do mais escuro ao mais claro consoante o nível de radiação maior ou menor, respectivamente[16].....	12
Figura 1.11 – Energias instaladas por ano em Portugal [17].....	13
Figura 1.12 - Evolução da potência fotovoltaica instalada em Portugal ao longo dos anos.....	13
Figura 1.13 - Evolução percentual em Portugal da Energia fotovoltaica	14
Figura 1.14 - Potência instalada por distrito.....	14
Figura 3.1 - Gama Actuação Refrigeração [30]	33
Figura 3.2 - Campo Aplicação dos Fluídos Frigoríficos HFC [30]	35
Figura 3.3 - Esquema Ciclo de Refrigeração Simples - Adaptação [1].....	36
Figura 3.4 - – Ciclo Ideal de Refrigeração [1].....	37
Figura 3.5 – Ciclo do Princípio Válvula Expansão Eléctrica [32].....	38
Figura 3.6 - Ciclo de compressão [32]	40
Figura 4.1 - CoolSpot 1	50
Figura 4.2 - CoolSpot 2	51
Figura 4.3 - CoolSpot 3	51
Figura 4.4 - CoolSpot 4	51
Figura 4.5 - CoolSpot 5	52
Figura 4.6 - CoolSpot 6	52
Figura 4.7 - Disposição interior do projecto.....	54
Figura 4.8 - Corte de Armário de Cacifos	55
Figura 4.9 - Transmissão de calor por condução [35]	57
Figura 4.10 - Garrafa R1234ze [40]	61
Figura 4.11 - Dados de projecto Software Danfoss [42]	64
Figura 4.12 - Condições de operação - Válvula Expansão [42]	70
Figura 4.13 - Software Danfoss de selecção de tubo capilar [44]	71
Figura 4.14 - Modo instalação de quadros eléctricos [36]	82
Figura 5.1 - Gráfico Cash-Flow Líquido	90

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Aplicações Energia fotovoltaica consoante a potência [4].....	20
Tabela 2.2 – Rendimentos máximos de cada tipo de célula fotovoltaica [11]	23
Tabela 3.1 - Diâmetros tubagem de cobre	44
Tabela 3.2 - Espessuras mínimas de Isolamento [1]	44
Tabela 4.1 - Dados de Projecto.....	53
Tabela 4.2 - Características Lancheira "típica"	54
Tabela 4.3 - Características do Poliuretano [34]	56
Tabela 4.4 - Fluxos e qualidades de isolamento, adaptado [32].....	57
Tabela 4.5 - Quadro Resumo Cargas Térmicas	59
Tabela 4.6 - Diferenças de Temperatura, ΔT , consoante Aplicação	60
Tabela 4.7 - Dados de Projecto para o cacifo	62
Tabela 4.8 - Necessidades Caloríficas Lancheira "tipo"	63
Tabela 4.9 - Dados inseridos no Software	65
Tabela 4.10 - Resultados dos três métodos.....	66
Tabela 4.11- Características dos Grupos Condensadores.....	67
Tabela 4.12 - Características técnicas Grupo Condensadores Selecccionado.....	67
Tabela 4.13 - Dados de operação Válvula Expansão	70
Tabela 4.14 – Condições de operação - Tubo Capilar.....	71
Tabela 4.15 - Tabela consumos eléctricos	74
Tabela 4.16 - Radiação - Costa da Caparica [45]	75
Tabela 4.17 - Características Painel Fotovoltaico [48].....	76
Tabela 4.18 - Valores limites de configuração do sistema fotovoltaico.....	79
Tabela 4.19 – Características do Inversor Fotovoltaico HYD 6000-ES.....	79
Tabela 4.20 - Características das baterias Pylontech US2000.....	80
Tabela 4.21 - Secções de cabos eléctricos consoante natureza do circuito [36]	82
Tabela 4.22 - Características do circuito eléctrico	82
Tabela 4.23 - Correntes admissíveis nas canalizações	83
Tabela 4.24 - Tabela 52-C1 [36]	84
Tabela 5.1 - Resumo orçamental	88
Tabela 5.2 - Receita anual	89
Tabela 5.3 - Resumo da Análise Financeira	92

NOMENCLATURA

Abreviaturas

AC/ CA	Corrente alternada (alternating current)
AGM	Tecido não absorvente em fibra de vidro (absorvent glass material)
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
COP	Coefficiente de Desempenho (Coefficient of performance)
DC	Corrente contínua (direct current)
DOD	Profundidade de descarga máxima (deep of discharge)
FC	Factor de correcção
FV	Fotovoltaica
HFC	Hidrofluorcarboneto
I	Índice de actualização
IPES	Instituto Português de Energia Solar
IR	Índice de rendibilidade
MPPT	Acompanhamento de potência máxima (maximum power point)
N	Vida útil do empreendimento
NMOT	Temp. de funcionamento da célula (nominal module operation temp.)
PRC	Período de recuperação de capital
RLj	Receita líquida que Se Obtém No Ano J
SFV	Sistema fotovoltaico
SLR	Sistemas ligados à rede
STC	Condições de teste standard (standard test conditions)
TIR	Taxa interna de rendibilidade
TRB	Tempo de retorno bruto
VAL	Valor actual líquido
Z	Carga de, por exemplo, uma lâmpada

Simbologia

A	Área	m^2
A_c	Área de contacto	m^2
C_{bat}	Necessidades diárias de armazenamento da bateria	Wh
C_d	Consumo diário	Ah
C_e	Calor específico	$kJ/kg^\circ C$
C_u	Capacidade útil	Wh
DT	Diferença de temperatura	$^\circ C$
ΔT_{cond}	Diferença de temperatura no condensar	Adim.
ΔT_{evap}	Diferença de temperatura no evaporador	Adim.
e	Constante de euler	
E	Energia	kJ
FC_{1mp}	FC do tipo de refrigerante	Adim.
FC_2	FC relativo ao material das alhetas do evaporador	Adim.
G	Radiação incidente por unidade de superfície	W/m^2
h_{ext}	Coefficiente de convecção do ar exterior	$W/m^2^\circ C$
h_{int}	Coefficiente de convecção do ar interior	$W/m^2^\circ C$
I	Corrente elétrica	A
if	Corrente fictícia	A
$I_{m\acute{a}x(m\acute{o}dulo)}$	Corrente máxima do módulo FV	A
$I_{m\acute{a}x_inv}$	Corrente máxima do inversor	A
I_{mpp}	Corrente em $P_{m\acute{a}x}$	A
k	Constante de Boltzman ($k=1,28 \times 10^{-23}$)	Adim.
k_{ar}	Condutividade térmica do ar	$W/m^\circ C$
k_{bat}	Rendimento da bateria	%
k_{cab}	Rendimento da cablagem	%
k_{con}	Rendimento da conversão	%
k_h	FC do n°de horas equiv. à radiação padrão de $1000 W/m^2$	Adim.
k_i	FC relativo aos componentes da instalação	Adim.
k_{inv}	Rendimento no inversor	%

k_{metal}	Coeficiente de condutividade térmica do metal	W/m°C
k_{poli}	Coeficiente de condutividade térmica do poliuretano	W/m°C
$k1$	FC de temperatura ambiente	Adim.
$k2$	FC de agrupamento de circuitos	Adim.
$k3$	FC para cabos enterrados	Adim.
$K(dod)$	Coeficiente de profundidade de descarga máxima	%
L_{ar}	Espessura da camada de ar	m
L_{metal}	Espessura do metal	m
L_{poli}	Espessura do poliuretano	m
m	Massa	kg
n	Número de meses	Unid.
$n_{máx}$	Número máximo de painéis FV em série	Unid.
n_{min}	Número mínimo de painéis FV em série	Unid.
$n_{fileiras}$	Número máximo de fileiras de painéis FV	Unid.
N_b	Número de baterias	Unid.
N_d	Necessidades diárias	W
N_r	Número de dias de reserva	horas
P	Potência	W
P_c	Potência corrigida	W
P_{co}	Potencia Eléctrica Consumida	W
P_{fv}	Potência painel fotovoltaico	W
$P_{máx}$	Potência máxima	W
P_p	Potência Calorífica Produzida	W
q	Fluxo de calor	W/m ²
qe	Carga electrão ($q=1,6 \times 10^{-19}$ C)	C
q_{total}	Transferência total de calor	W
R_{cm}	FC das temperaturas no interior da camara de DT	Adim.
t	Temperatura absoluta	K
TC	Temperatura interior	°C
T_{cond}	Temperatura condensação	°C

T_{evap}	Temperatura evaporação	°C
T_{ext}	Temperatura ar exterior	°C
T_{int}	Temperatura ar no interior	°C
U	Tensão	V
$U_{ac(módulo\ a\ -10^{\circ}C)}$	Tensão máxima dos módulos FV, a -10°C	V
U_m	Coefficiente de transmissão térmica média, U	W/m ² °C
$U_{máx_inv}$	Tensão máxima do inversor	V
$U_{mín_inv}$	Tensão mínima do inversor	V
$U_{mpp(módulo\ a\ 70^{\circ}C)}$	Tensão mínima dos módulos FV, a 70°C	V
$U_{mpp(STC)}$	Tensão em P _{máx} em STC	V
$U_{oc(STC)}$	Tensão em circuito aberto dos módulos FV em STC	V
V	Tensão	V
V_{mpp}	Tensão em P _{máx}	V
V_o	Volume	m ³
V_{oc}	Tensão em circuito aberto	V
V_t	Potencial Térmico (K/q)	V
α	Coefficiente de temperatura, (P _{máx})	%/°C
β	Coefficiente de temperatura, (V _{mpp})	%/°C
η	Rendimento em condições STC	%
λ	Condutividade térmica	W/m°C
μ	Massa específica	kg/m ³
χ	Coefficiente de temperatura, (I _{cc})	%/°C
x	Radiação	Wh/m ²

1. Introdução

Neste capítulo procurou-se apresentar o tema ao leitor, onde foi efectuada uma breve síntese do projecto a desenvolver, dos principais objectivos e da estrutura, por capítulos. Na **secção 1.1** é efectuado um pequeno enquadramento sobre o desenvolvimento da ideia e concepção do projecto. Na **secção 1.2** enumeram-se os principais objectivos do trabalho. Na **secção 1.3** explica-se, de forma sucinta, a forma como está estruturado o trabalho.

1.1. Enquadramento

A notoriedade de Portugal enquanto destino turístico de excelência tem vindo a crescer nos últimos anos graças a uma diversidade de cultura e natureza que se estende por todo o território desde o litoral ao interior.

Passar um dia na praia (marítima ou fluvial) faz parte da maioria das férias dos portugueses e turistas nos meses de Verão. Embora se esteja a evoluir a nível tecnológico de forma incrível, não é habitual transportar para a água os pertences de maior valor, não só por não serem resistentes à água, mas também ao simples facto de se poderem perder. Por outro lado, existe também a necessidade de levar as lancheiras, carregadas de cuvetes geladas, com a comida e a bebida necessária para a estadia num dado local. Quer por necessidade económica quer por conforto ou mesmo gosto e preferência, são tudo problemas que, não só as famílias de veraneantes como os desportistas, de que os surfistas são um bom exemplo encaram. Como habitual praticante de desportos aquáticos, também me deparo com esta problemática. É precisamente neste contexto que surge o projecto:

Cool Spot – Auto-suficiência e viabilidade económica.

Um espaço localizado no areal das praias ou outro ambiente social semelhante, que faculte aos seus utentes uma outra realidade. Uma instalação que permita aos seus utilizadores usufruir de um espaço individual, cacifo, para armazenar os seus alimentos a temperaturas apropriadas ou os seus valores pessoais em cacifos simples.

Juntando o útil ao inovador, contempla as várias temáticas abordadas ao longo do percurso no ISEL. Adicionalmente, foi analisada a possibilidade de se tornar um projecto exequível, que abrangesse temas como as energias renováveis e a sustentabilidade e finalmente, que pudesse ter alguma utilidade futura como a sua construção e investimento.

1.2. Objectivos

Elaboração de um projecto, que alia a concepção de um equipamento inovador (Refrigeração com autonomia energética fotovoltaica) à avaliação económica da sua construção.

Tal como foi explicitado no nome do projecto a desenvolver, o objectivo é dimensionar um espaço localizado no areal das praias, aberto ao público, com cacifos refrigerados e não refrigerados que possibilitem guardar os respectivos valores e alimentação, evitando o transporte de arcas e lancheiras pesadas que ao longo do dia vão perdendo as suas capacidades de armazenamento a frio.

Adicionalmente, pretende-se que este projecto seja auto-sustentável, e nesse sentido será estudada a possibilidade de um sistema fotovoltaico alimentar totalmente o circuito

frigorífico que irá manter a temperatura constante, a principal característica dos cacifos refrigerados. A nível de dimensionamento, pretende-se seleccionar, com a devida justificação, todos os equipamentos e componentes que fazem parte do circuito frigorífico e fotovoltaico.

Por último, através dos indicadores económicos da aplicação de um modelo de viabilidade económica ao modelo de negócio, é feito um estudo avalia se o projecto desenvolvido é ou não um bom investimento.

1.3. Revisão histórica

As tecnologias implicadas neste projecto, a refrigeração e a energia fotovoltaica, já existem há alguns séculos e pretende-se neste capítulo fazer uma breve introdução histórica às mesmas.

Com cerca de dois séculos de diferença entre o surgimento das tecnologias mencionadas, o ciclo de refrigeração foi desvendado primeiro. No início do século XVII, em 1626, Francis Bacon, político, filósofo e cientista inglês, utilizou pela primeira vez a refrigeração para conservar alimentos de forma científica. Só mais tarde, em meados de 1683, foi confirmada a sua descoberta, com o auxílio do microscópio [1]. Em 1755, Willian Cullen, químico e psiquiatra inglês, conseguiu produzir gelo com éter, ao baixar a pressão do sistema e consequentemente, facilitando a sua evaporação. Conseguiu assim descobrir um método mais rápido para arrefecer os espaços pretendidos.

Jacob Perkins, inventor americano, engenheiro mecânico e físico, patenteou em 1834, a primeira descrição detalhada de um equipamento de produção de gelo. Alguns anos depois, em 1856, James Harrison, jornalista e político, constrói o primeiro equipamento de produção de frio.

Foi precisamente em meados do século XIX que se ouviu falar pela primeira vez em energia fotovoltaica. Em 1839, Edmond Becquerel descobriu pela primeira vez o efeito fotovoltaico. Verificou que as placas metálicas, de platina ou de prata, enquanto mergulhadas num electrólito, produziam uma pequena diferença de potencial, quando expostas à luz [2]. É possível verificar visualmente esse efeito a partir da figura 1.1.

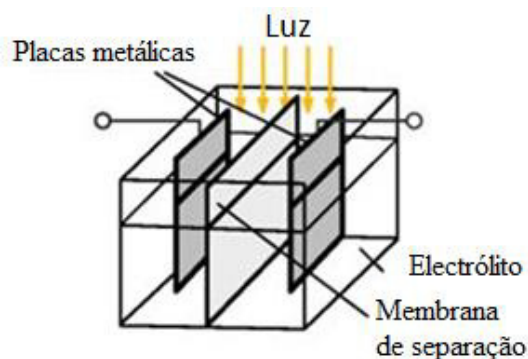


Figura 1.1 - Efeito Fotovoltaico [2]

Antes de chegar ao fim do século XIX, em meados de 1897, Joseph McCreary, com base nos desenvolvimentos na área da refrigeração, cria o primeiro ar condicionado, conhecido na altura como “Lavador de ar”.

Em meados de 1904, um português, conhecido como o Padre Himalaya, devido à sua altura, recebia o prémio "Grand Prix" na Exposição Mundial de St. Louis, nos EUA, por desenvolver um aparelho, chamado pirelióforo, que utiliza a energia solar para derreter rochas e metais. "Era um defensor do desenvolvimento sustentável há 100 anos", sublinha Manuel Collares Pereira numa entrevista ao Público em 2004.

Albert Einstein, em 1905, também teve um papel no desenvolvimento desta nova forma de converter energia. Conseguiu explicar o efeito fotovoltaico, mencionado em cima, e abrir uma nova época de descobertas e desenvolvimentos. Os avanços neste tipo de tecnologia permitiram aumentos significativos de eficiência e a possibilidade de tornar a energia fotovoltaica numa solução viável para múltiplas situações. As primeiras células solares surgiram mais tarde, por volta dos anos 50 com os incentivos dos programas espaciais e o trabalho de Daryl Chaplin, Calvin Fuller e Gerar Person.

Paralelamente, na vertente termodinâmica, Willis Carrier, engenheiro e inventor, em 1906, estuda a relevância do controlo de temperatura e humidade no ar de condicionado e chega a implementar as suas descobertas, permitindo eficiências mais elevadas.

Mais tarde, com a procura da diminuição dos gases tóxicos, Thomas Midgley desenvolve os CFC's, clorofluorocarbonetos, compostos esses, baseados em carbono e que contêm cloro e flúor. Com o desenvolvimento da tecnologia, Frank Rowland e Mario Molina percebem o efeito dos CFC's na camada de ozono e desenvolvem o protocolo de Montreal que extinguiu toda a sua produção por parte dos países desenvolvidos. Hoje em dia, com todas as atenções viradas para o ambiente, já se usam gases menos poluentes, os hidrofluorocarbonos [1].

Já na área da energia fotovoltaica, a primeira demonstração pública de conversores fotovoltaicos (células solares) ocorreu em 1955, em Americus, no estado da Geórgia, onde uma célula de silício foi utilizada como fonte de alimentação de uma rede telefónica local [3].

Com a crise petrolífera por volta dos anos 70, surgiu um grande movimento que impulsionou o desenvolvimento das energias renováveis, nomeadamente fotovoltaica. O pânico gerado em torno da crise levou a um forte investimento em programas de investigação para reduzir o custo das células solares. No fim dos anos 70's já se usavam células fotovoltaicas em calculadoras, satélites de telecomunicações remotos, bóias de navegação, etc.

Com o avanço da tecnologia, nos anos 80, começou a massificação deste tipo de energia e começaram a surgir as grandes plataformas de energia fotovoltaica, como por exemplo a *LUZ-SEGS* (*Luz - Solar Energy Generating Stations*) no deserto Mojave e a *ARCO* em Camarillo, ambos na Califórnia.

Em meados dos anos 90, com a preocupação do ambiente e da poluição, começaram a ser utilizadas células fotovoltaicas para alimentar residências. A década de 90 ficou também marcada pelo programa dos 100 000 telhados solares na Alemanha e três anos depois os 70 000 telhados solares no Japão.

Em 2001 foi efectuado o primeiro voo do Hélios, um avião movido a energia solar [4].

Em 2014, Richard Royal Lunt, engenheiro químico, cientista de materiais, físico e professor de Engenharia Química e Ciência dos Materiais da Universidade do Estado de Michigan nos Estados Unidos e a sua equipa desenvolveu um pedaço de vidro, completamente transparente capaz de transformar energia fotovoltaica, figura 1.2. O vidro reflecte a energia solar incidente para as suas arestas onde se encontram receptores de energia fotovoltaica. É um avanço tecnológico, que possibilita a distribuição de energia a cerca de 40% de todos os americanos. No entanto *Lunt* diz que este método de transformação de energia ainda não é suficientemente eficiente, chegando apenas a cerca de 5%, comparativamente aos 15-20% dos painéis fotovoltaicos já existentes [5].

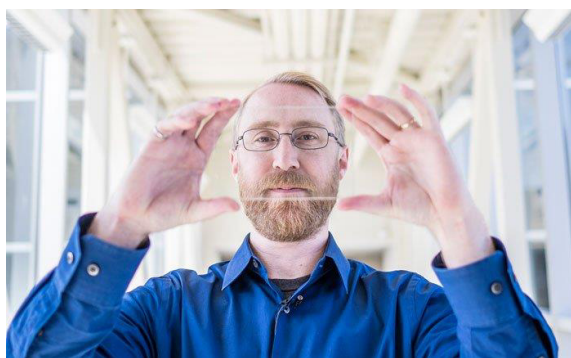


Figura 1.2 - Vidro Fotovoltaico [5]

Governos como o da Alemanha e do Japão foram os primeiros a perceber que a criação de um mercado fotovoltaico não poderia basear-se apenas no desenvolvimento tecnológico, mas sim através de incentivos, de modo a criar massa crítica no mercado. Um estudo financiado pela Comissão Europeia mostrou recentemente que uma pequena fábrica, que produza 500 MW anuais consegue reduzir o custo dos painéis solares para valores competitivos (1 €/Wp) sem perder o negócio e lucros razoáveis. Estes resultados vêm confirmar que esta tecnologia não está longe de se tornar competitiva, e que as economias de escala são determinantes. O apoio político foi aliás o catalisador de um desenvolvimento exponencial, a que se assistiu na última década: em 1999 o total acumulado de painéis fotovoltaicos, a nível mundial, atingia, 1 GW, para duplicar três anos depois. Como era esperado, o desenvolvimento tecnológico do fotovoltaico acompanhou esse crescimento. Em 1998 foi atingida a eficiência de conversão recorde de 24,7% (em laboratório) com células em silício monocristalino, e em 2005, cientistas do *Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems* anunciaram uma eficiência superior a 20% para células em silício multicristalino. Entretanto, células solares com configurações mais complexas, as chamadas células em cascata (ou tandem), que consistem na sobreposição

de várias células semicondutoras optimizadas para diferentes comprimentos de onda da radiação, permitem já atingir rendimentos de conversão superiores a 34% [4].

Apoiado numa série de eventos favoráveis, a energia fotovoltaica cresceu de forma impressionante em meio século. Em 1954 era apresentada a primeira célula fotovoltaica da era moderna. Hoje o fotovoltaico é a melhor solução energética para um número crescente de nichos de mercado, e estão rapidamente a ser criadas as bases para o desenvolvimento de um verdadeiro mercado de electricidade solar sustentável no médio prazo. No entanto, ainda deverá ser preciso esperar uns anos para que esse mercado se torne uma realidade [4].

A Austrália foi considerada o país com maior exposição solar por metro quadrado de todos os continentes. Apesar da grande parecença com Africa e os países da América do Sul, é onde se estima haver a melhor fonte de energia solar do planeta por conseguir aproveitar da melhor forma a sua radiação, com um forte poder económico [6].

Não ficando atrás, a grande empresa americana *Apple*, tem a sua mais recente sede na Califórnia, com cerca 175 hectares, alimentada única e exclusivamente por energias renováveis, tornando-se num campus auto-suficiente. Cerca de 75% do campus é alimentado por “Bloom Energy Fuel Cells” [7] células que se auto alimentam e por energia fotovoltaica nos restantes 25%. Pode-se ver o aspecto da infra-estrutura da Apple na imagem seguinte para perceber a dimensão do edifício e a capacidade que as células têm, figura 1.3.



Figura 1.3 - Apple Park em Cupertino, Califórnia [7]

Existe também o Havai, que para combater o facto de ser um dos estados dos Estados Unidos da América que mais depende de energia fóssil, vai investir milhões de dólares para se tornar auto-sustentável, demonstrado na figura 1.4. Com a combinação de energias como a fotovoltaica, eólica, geotérmica, hídrica, das correntes e do mar [8], [9].



Figura 1.4 - Projecto para o Hawaii

Nas ilhas Samoa, na Nova Zelândia, existe também um projecto, desenvolvido pela Tesla, que visa extinguir todas as necessidades energéticas à base de combustíveis fósseis [10].

A figura 1.5 permite perceber as zonas do mundo com maior radiação e por sua vez a razão das localizações das principais infra-estruturas fotovoltaicas.

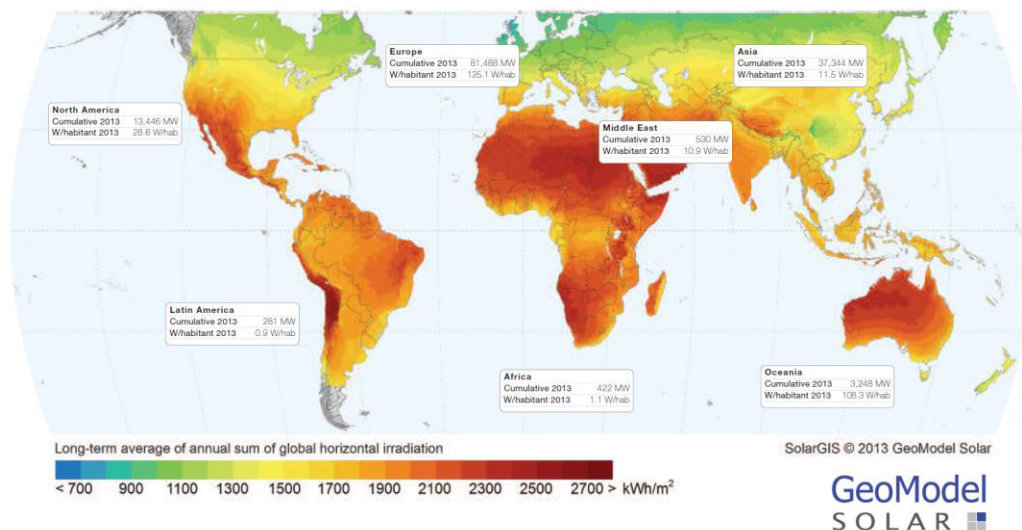


Figura 1.5 - Radiação Global [11]

Com a base na literatura [4], [6], [11]–[13], é possível constatar que a energia fotovoltaica está em grande evolução a nível mundial, mas também em Portugal. Entre 2009 e 2010 existiu um aumento, da potência fotovoltaica instalada, de 231%, passando de 7,2 GW para 16,6 GW [11]. Em apenas 2 anos (2013-2015) houve um aumento de 138 GW para 227 GW de energia fotovoltaica instalada no mundo, correspondentes a um aumento de cerca de 165% [6]. Na figura 1.6 é possível constatar e confirmar, mais uma vez, os dados anteriormente descritos [14]. Mostra, apesar de ser pouco detalhado, a evolução que a energia fotovoltaica instalada teve ao longo de 16 anos, a nível mundial, com ênfase nos

últimos anos, como resultado das evoluções tecnológicas. O gráfico combina informações da Europa, América, Asia-Pacífico (APAC), Médio Oriente e Africa (MEA) e finalmente do resto do mundo (RoW).

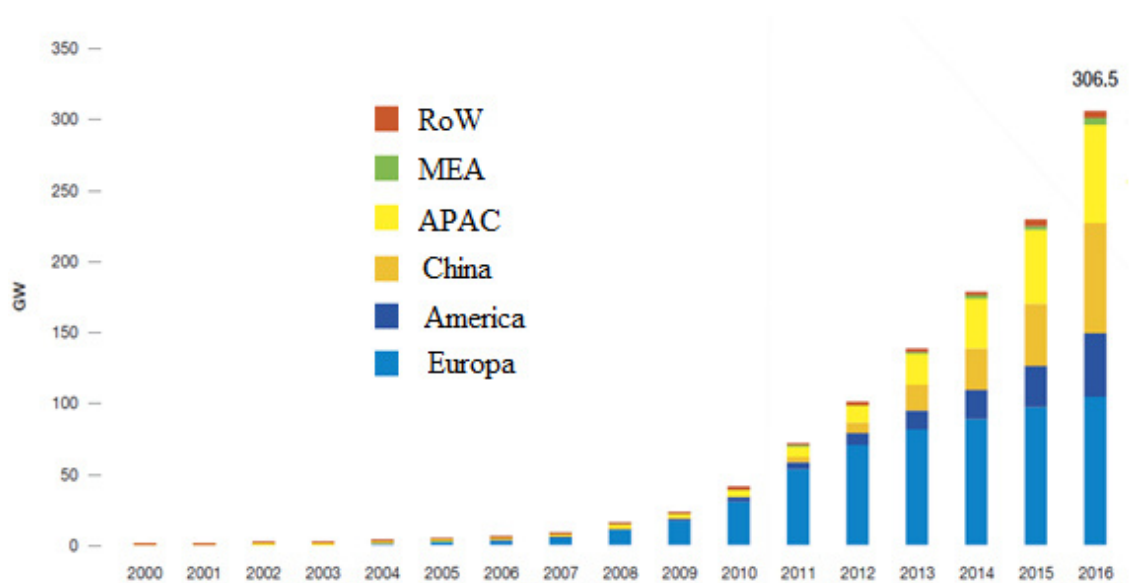


Figura 1.6 - Evolução mundial da energia fotovoltaica instalada 2000-2016 [11]

A energia solar total instalada aumentou cerca de 33% para 306,5 GW em 2016, face ao ano anterior que ultrapassou a marca dos 200 GW com 229,9 GW. Em apenas 10 anos, a energia fotovoltaica acumulada aumentou cerca de 4500% desde uns míseros 6,6 GW em 2006 [15]. É, portanto, mais uma confirmação da importância que a energia fotovoltaica tem e poderá vir a ter no futuro na sociedade.

Em 2020 é expectável que 30% de toda a energia consumida seja proveniente de energias renováveis [16]. Esta evolução foi estimada com base em 4 grandes economias, da China, dos EUA, do Japão e da Índia. Países estes com fortes ambições e investimentos a nível fotovoltaico.

Segundo desenvolvimentos prévios e futuras políticas de crescimento, foram estimados três cenários para a evolução da energia fotovoltaica no mundo, do mais ousado ao mais conservador, como é possível ver através da Figura 1.7. Em ambos os três casos, prevêem-se cenários positivos e de crescimento, por mais conservadora que seja a análise.

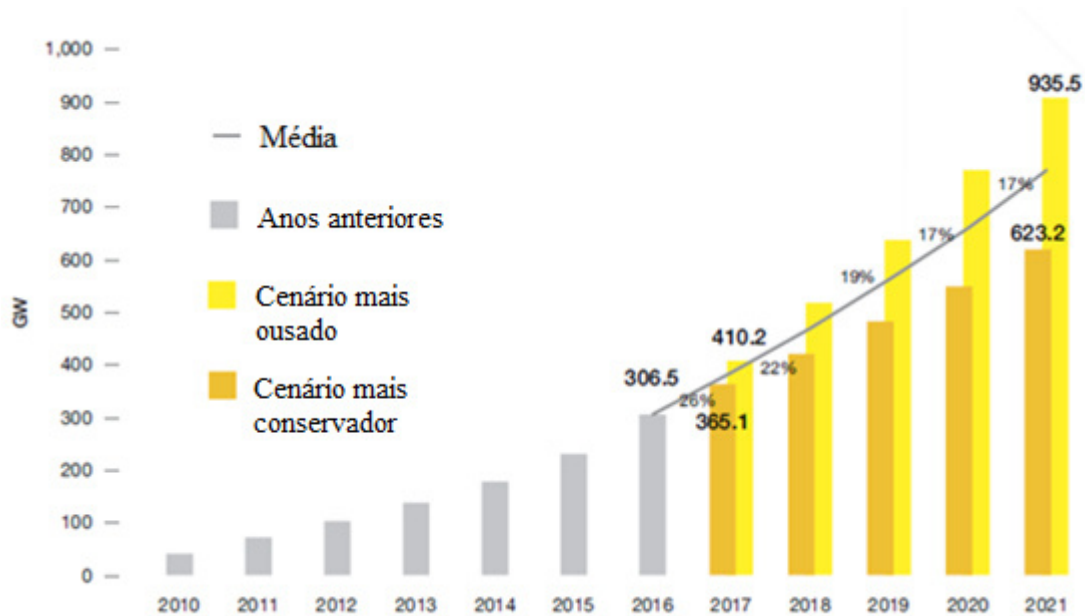


Figura 1.7 - Previsão da evolução da energia fotovoltaica a nível mundial [13]

Portugal, caracteriza-se a nível energético por ter uma forte dependência externa com consequente o crescimento da factura energética. Detém ainda uma elevada intensidade energética do PIB, a maior dos países membros da união europeia e ainda com tendências de crescimento. O governo, ao lançar o Programa E4 em 2001 (Eficiência Energética e Energias Endógenas), assume a iniciativa de um conjunto de medidas múltiplas e diversificadas, com o objectivo de promover a eficiência energética e a valorização das energias endógenas, contribuindo para uma melhoria na competitividade da economia portuguesa e para a modernização da sociedade. A Figura 1.8 demonstra de forma ilustrativa algumas directrizes e medidas que o programa E4 pretende realizar.

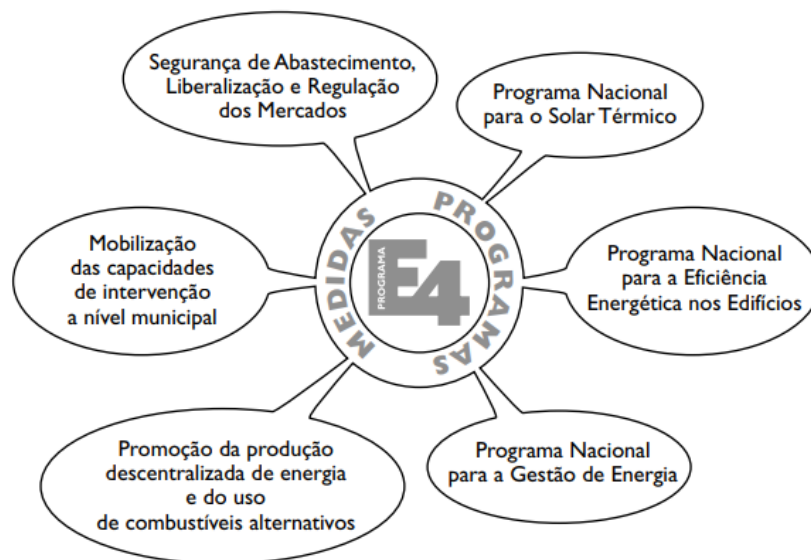


Figura 1.8 - Programa E4 [14]

Proveniente dessa política energética, surgiram várias centrais de energia fotovoltaica como a de Serpa, em 2007 e a da Amareleja em 2008. Através da figura 1.9 é possível ver a evolução de energia fotovoltaica em Portugal.

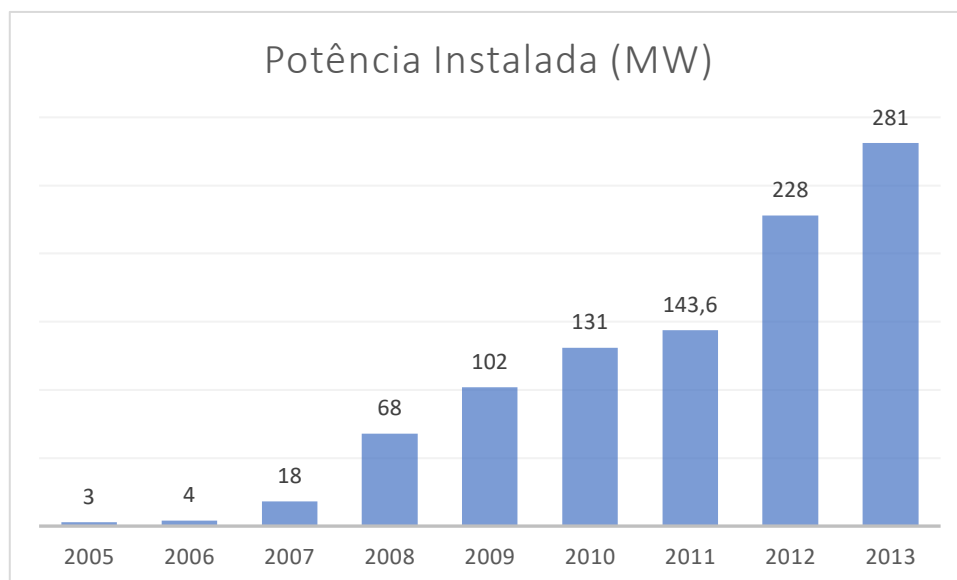


Figura 1.9 - Evolução temporal da potência instalada em Portugal [13]

Actualmente, após a construção da central de energia fotovoltaica em Ourique, a *Allianz* investiu, agora em um projecto que Portugal tem em mãos, Projecto *Solara*, que irá produzir cerca de 219 MW e será o maior projecto nesta área que Portugal alguma vez teve. Projecto este que será capaz de fornecer energia a cerca de 100 mil casas da região onde vai ser implementado, a sul de Portugal na área de Vaqueiros, no distrito de Faro [17].

O IPES, efectuou, entre 2001 e 2015, um estudo sobre a disponibilidade anual e variabilidade de radiação em Portugal, não só para perceber a relevância para efeitos de *due diligence*¹, como, também, para futuros financiamentos de projectos de energia solar de grande dimensão [18]. O estudo contemplou dados de 15 estações meteorológicas principais e outras secundárias, do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), como Sagres, Faro, Sines, Beja, Évora, Lisboa, Portalegre, Cabo Carvoeiro, Castelo Branco, Coimbra, Penhas Douradas, Viseu, Porto, Vila Real e Bragança. É possível observar as estações pretas e vermelhas, principais e secundárias respectivamente, na Figura 1.10.

Na mesma figura 1.10 à direita, está ilustrado um mapa de Portugal relativo à radiação global por localidade. Neste caso é a radiação, emitida pelo sol, que chega à superfície da terra. Tendo em conta eficiências semelhantes, quanto maior a superfície, maior será a energia fotovoltaica por esta produzida. Conclui-se ainda que as regiões com maior disponibilidade de radiação solar apresentam também uma menor variabilidade, isto é, a

¹ Processo de investigação de uma oportunidade de negócio que o investidor deverá aceitar para poder avaliar os riscos associados. [IPES]

radiação solar varia pouco ao longo do ano, o que torna qualquer projecto, com recurso a instalações solares, interessante [18].

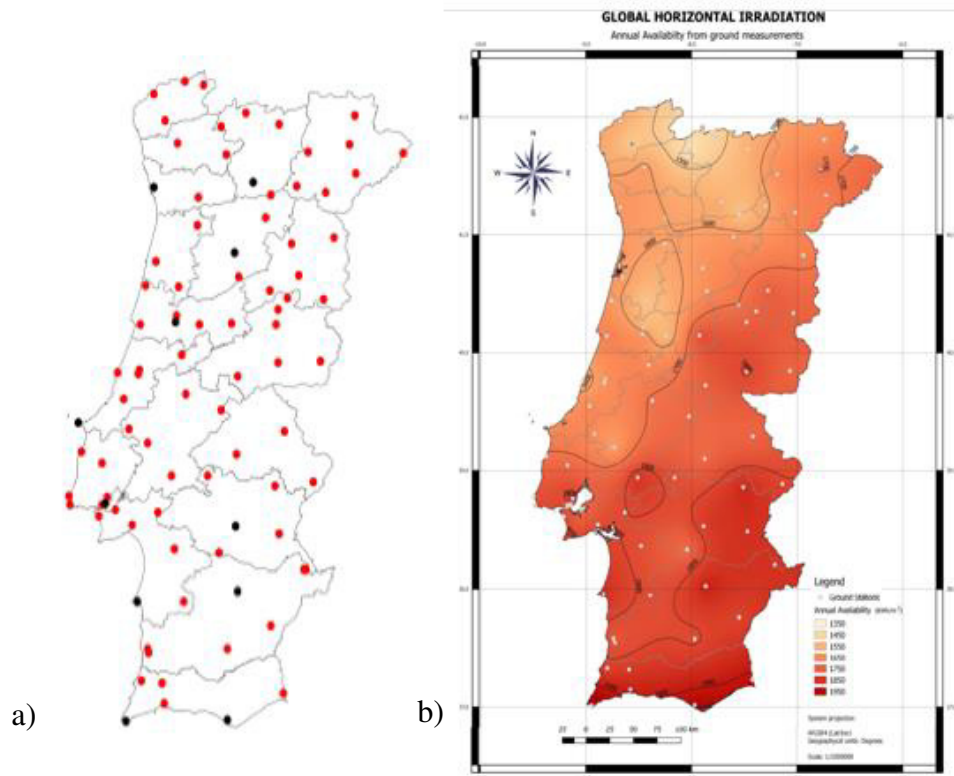


Figura 1.10 – a) Localização Estações Medição do IPMA e b) Radiação por local em Portugal do mais escuro ao mais claro consoante o nível de radiação maior ou menor, respectivamente[16]

É importante salientar a importância, referida no estudo anterior, de um bom conhecimento dos principais factores do projecto para estudar a sua viabilidade.

Neste momento, Portugal será alvo de 14 novas centrais solares fotovoltaicas, o que demonstra que é um país com possibilidades fotovoltaicas grandes, com boa radiação solar e lucros do investimento. Este investimento de cerca de 400 milhões, proporcionará a Portugal um aumento de cerca de 500 MW de energia [19].

Em termos de energias renováveis, Portugal tem cerca de 20 GW de capacidade instalada de produção de electricidade. Apenas 291 MW são de energia fotovoltaica. A Figura 1.11 permite obter uma percepção, a nível nacional, dos valores e evoluções das respectivas energias renováveis [19].

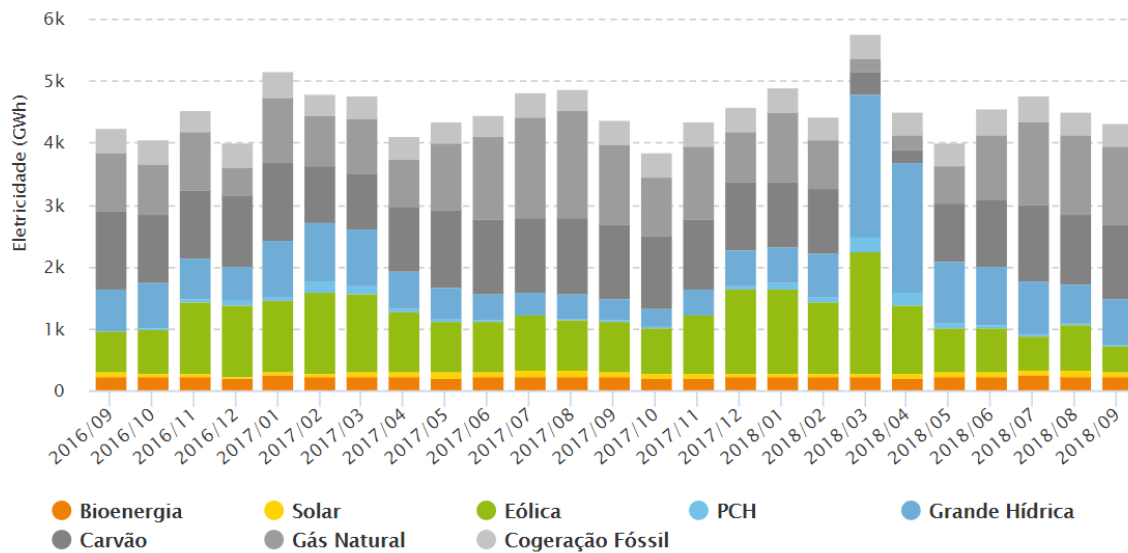


Figura 1.11 – Energias instaladas por ano em Portugal [17]

Através da tabela do Anexo 1, recolhida da plataforma *online* das Energias Endógenas de Portugal, foi possível construir as seguintes figuras para uma análise mais ilustrativa. A figura 1.12 mostra a evolução ao longo dos anos da potência acumulada, instalada em Portugal. É possível constatar o aumento verificado até aos dias de hoje.

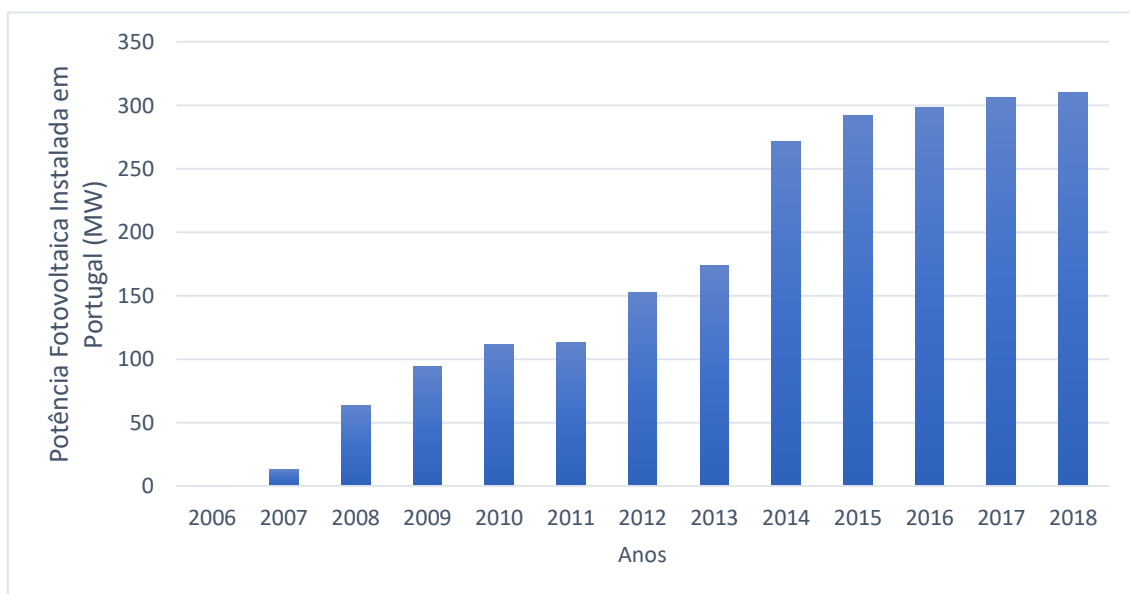


Figura 1.12 - Evolução da potência fotovoltaica instalada em Portugal ao longo dos anos

De uma outra perspectiva, é possível observar o aumento percentual ao longo dos anos em Portugal, na figura 1.13.

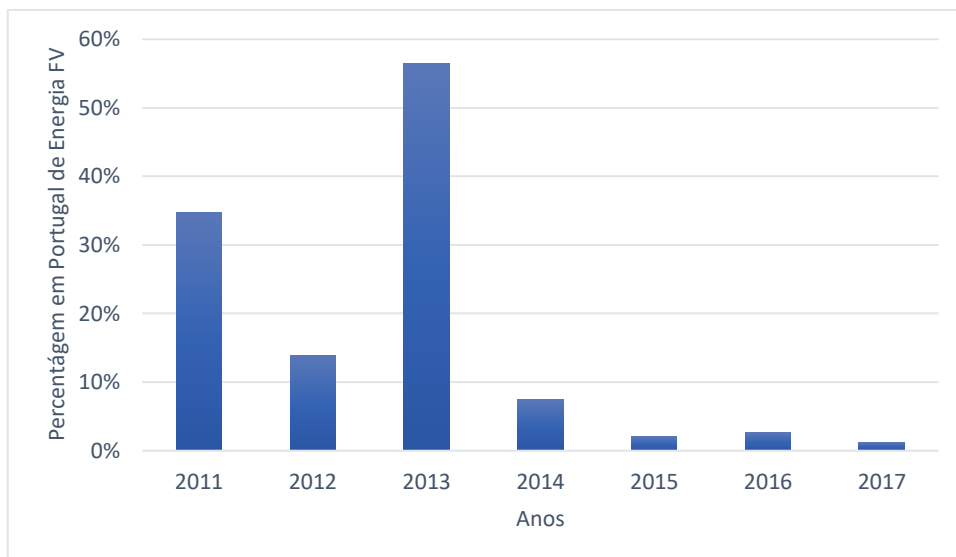


Figura 1.13 - Evolução percentual em Portugal da Energia fotovoltaica

A evolução percentual associada a 2013 foi, como se pode verificar, onde se deu o pico da energia fotovoltaica em Portugal. Com os novos decretos-lei e acordos com as companhias de redes eléctricas em Portugal a baixarem significativamente os valores de novos contractos, deixou de existir a motivação para o investimento. Em termos de investimento, a figura 1.14 mostra quais os concelhos com maior investimento. É perceptível na figura 1.14, o grande investimento em zonas de maior radiação solar, como o Alentejo, Beja, Évora, fora da zona de Lisboa. Nas ilhas e litoral norte, o céu nublado pode ser um inconveniente para a instalação de energia solar fotovoltaica, como está demonstrado anteriormente na figura 1.10 (a).

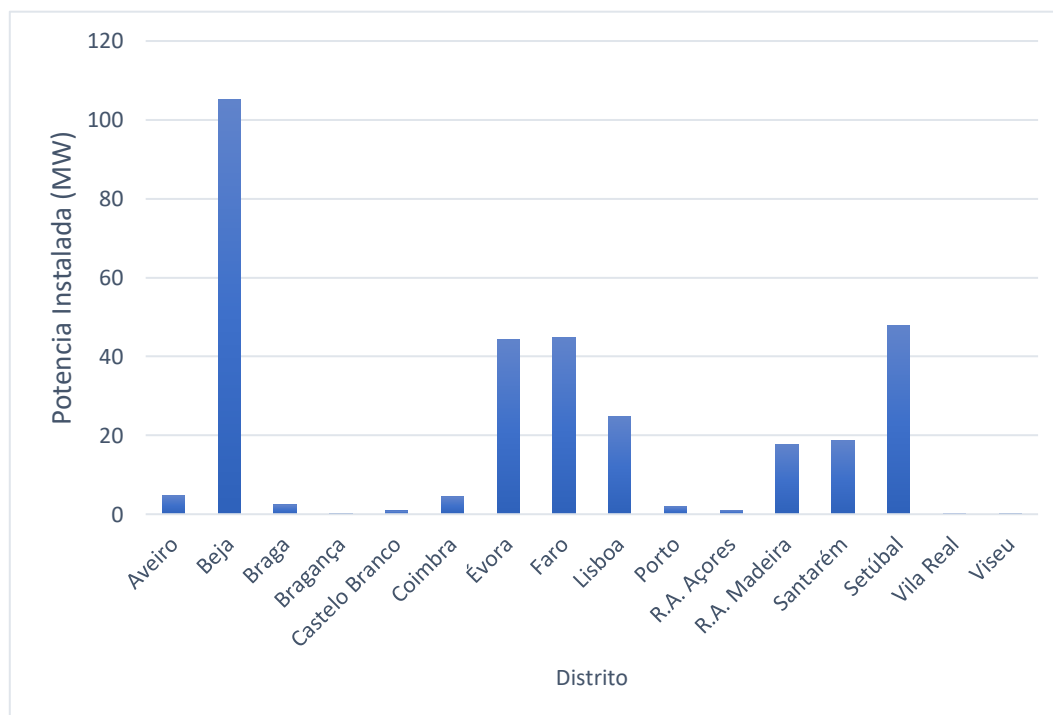


Figura 1.14 - Potência instalada por distrito

Em relação ao futuro da energia solar, a união europeia relativamente ao programa 2020, salienta que Portugal pretende triplicar a produção de energia solar até 2020. Projecto que será apoiado pelo Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso dos Recursos (PO-SEUR), com um investimento de cerca de 1100 milhões de euros. O ex-ministro da economia, Manuel Caldeira Cabral, chegou a dizer que, “dadas as tecnologias e as condições excepcionais que Portugal tem para produzir energia solar, é uma aposta rentável e há muitos investidores a concorrerem para produzir energia solar em Portugal” [20].

1.4. Estrutura do trabalho

O trabalho está dividido em seis capítulos.

No primeiro capítulo é feito um pequeno enquadramento do projecto e das temáticas da actualidade, do desenvolvimento sustentável e das energias renováveis para manter o planeta limpo. São enunciados os objectivos do projecto a ser desenvolvido relativamente à auto-sustentabilidade e viabilidade económica. É feita uma breve introdução e revisão histórica das temáticas a abordar, sobre a energia fotovoltaica e o ciclo frigorífico. Por fim, apresenta-se a estrutura do projecto a desenvolver.

No segundo e terceiro capítulo desenvolve-se a introdução teórica relativamente à energia fotovoltaica e ao ciclo frigorífico, respectivamente. Procura-se, nestes capítulos, enquadrar o leitor nas temáticas desenvolvidas de modo a tornar mais eficaz a percepção e acompanhamento do projecto.

No quarto capítulo, para o caso de estudo, são apresentados os cálculos para o dimensionamento e selecção dos vários equipamentos e componentes pertencentes ao sistema do circuito frigorífico para fazer face às necessidades. Com os equipamentos e componentes, do circuito frigorífico, todos escolhidos, e após um levantamento de consumos eléctricos necessários para o funcionamento dos cacifos refrigerados, faz-se o dimensionamento e selecção dos equipamentos de geração de electricidade. Todos estes estudos são feitos com base na premissa de auto-sustentabilidade, isto é, ter energia suficiente para o funcionamento dos equipamentos de refrigeração necessários.

No quinto capítulo, é feita a análise económica do projecto estudando a viabilidade económica, com recurso aos indicadores económicos.

Por fim, no último e sexto capítulo, são apresentadas as principais conclusões e perspectivas futuras do projecto.

2. Energia Fotovoltaica

No segundo capítulo, procura-se introduzir os principais conceitos sobre a energia fotovoltaica. Na **secção 2.1** faz-se um breve enquadramento relativamente à energia fotovoltaica e o projecto em desenvolvimento. Na **secção 2.2** apresenta-se uma breve introdução teórica, com princípios de funcionamento, tipos de componentes e as suas características. Por fim, na **secção 2.3** faz-se um breve resumo da legislação abrangida na área da energia fotovoltaica.

2.1. Enquadramento

Hoje em dia é rara a pessoa que não conheça a palavra poluição, alteração climática ou aquecimento global. São palavras recorrentes do dia-a-dia que preocupam cada vez mais a população mundial. Esta preocupação com o meio ambiente suscita uma necessidade urgente do desenvolvimento limpo e sustentável no sector da energia [21]. É necessário entender o impacto e a importância que as energias renováveis têm no ambiente e na sociedade. É uma responsabilidade inerente às gerações mais novas e não poderia deixar de ser desenvolvido neste projecto.

Posto isto, surge a questão, que energia renovável utilizar e porquê. Para chegar a um veredicto, é necessário saber as necessidades do projecto, o meio onde se encontra e as vantagens e desvantagens de cada uma das energias renováveis disponíveis.

Existem seis tipos de energias renováveis:

- Hídrica – energia habitualmente obtida através de barragens;
- Eólica – energia obtida através de ventoinhas eólicas;
- Biomassa – energia obtida pela queima de matéria orgânica;
- Solar – energia obtida através da radiação solar;
- Oceânica – energia obtida com a ondulação do mar;
- Geotérmica – habitual em regiões como os Açores ou a Madeira que aproveitam a actividade vulcânica.

Com o aumento da população e o desenvolvimento da tecnologia e da economia, o ser humano precisa cada vez mais de energia para criar um ambiente confortável, adequado e saudável. A queima de combustíveis fósseis está a causar uma série de problemas ambientais como o aquecimento global, mudanças climáticas, poluição do ar, chuvas ácidas, entre outros. Com isso, é urgente o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam o aumento da eficiência das energias renováveis e, lidar e superar os problemas políticos, económicos e ambientais que estão envolvidos na geração de energia útil [22].

Existem inúmeros autores que defendem que a energia fotovoltaica é a energia mais promissora, com maior capacidade de resposta face às necessidades do mercado. É uma energia limpa, barata e muito abundante na maior parte do ano. Além disso atrai incontáveis investigadores devido ao seu potencial de utilização [6], [21]–[23]. Para além de ser considerada a mais promissora, tem também inúmeras aplicações desde secar, refrigerar e climatizar, cozinhar, aquecer águas e finalmente gerar energia útil [21]. Na Tabela 2.1 é possível observar as várias aplicações que a energia fotovoltaica poderá ter consoante a potência necessária.

Tabela 2.1 - Aplicações Energia fotovoltaica consoante a potência [4]

<10 (W)	Calculadoras de bolso; Sensores Sem fios Remotos Pequenos Carregadores Cercas Eléctricas
10-100 (W)	Pequenos Sistemas de Iluminação Sinais de Trânsito Luminosos Estações Meteorológicas Caixas de Comunicação de Auto-estrada
100 – 1000 (W)	Sistemas de Bombagem e Irrigação Propulsão de Pequenos Barcos de Recreio Produção de Electricidade para Pequenos Edifícios Sistemas Híbridos Pequenos
1 – 10 (kW)	Sistemas Ligados à Rede Eléctrica ou Híbridos de Média Dimensão Grandes Sistemas Não Ligados à Rede, para Edifícios Isolados Implantação em edifícios ou no Solo
10 – 100 (kW)	Grandes Sistemas Ligados à Rede: Implantação em Edifícios ou no Solo
100 – 1000 (kW)	Sistemas Muito Grandes Ligados à Rede: Centrais Fotovoltaicas
>1 (MW)	Centrais Fotovoltaicas

Após uma análise exaustiva da energia solar, pode-se enumerar as principais vantagens e desvantagens. Em relação a desvantagens tem-se [6], [21], [22]:

- O custo-eficiência das células é a principal preocupação dos investigadores desta área;
- Estes sistemas de energia também sofrem de alguns problemas como a baixa eficiência de conversão, alto custo inicial, longo período de retorno de investimento e a falta de mão-de-obra qualificada;
- Falta de instalações para reciclar painéis antigos;
- A vida útil das baterias e falta de instalações para reciclar baterias antigas;
- As dimensões das baterias (grandes e pesadas) exigem muito espaço de armazenamento;
- Fonte só consegue armazenar energia durante o dia e é mais eficiente em dias com muito sol;
- Limitações na disponibilidade de sistemas no mercado.

Relativamente às vantagens:

- Tanto o calor como a electricidade podem ser obtidos a partir da interacção de componentes térmicos solares com painel fotovoltaicos para formar uma unidade híbrida;
- Devido à natureza dos principais recursos energéticos actuais como o petróleo, o gás e o carvão, a energia solar encontrou um imenso campo de acção na geração de energia limpa;
- O desenvolvimento solar está associado à iniciativa de reduzir as emissões globais de carbono, que tem sido uma importante questão ambiental, social e económica global nos últimos anos;
- Não precisa de qualquer combustível para ser transportada;
- Apesar de já existirem incentivos e descontos para aumentar o desenvolvimento desta tecnologia, também existem esforços a nível político para reduzir as cargas fiscais associadas;
- Enquanto houver sol, existe vida e subsiste uma grande fonte de energia;
- Apesar de precisarem de um grande investimento inicial, a instalação opera a custos muito baixos;
- É uma das melhores opções para atender aos requisitos futuros de energia, pois é superior em termos de disponibilidade, rentabilidade, acessibilidade, capacidade e eficiência em comparação com outras fontes de energia renovável;
- Sistema fiável e baixo custo de manutenção, fonte de energia grátis, limpa, em abundância, a geração deste tipo de energia pode ser feita junto do consumidor final e não causa problemas ambientais e não faz barulho.

2.2. Princípios de funcionamentos

2.2.1. Tipos de sistemas

Existem dois tipos de sistema fotovoltaico, tendo em conta única e exclusivamente o destino da energia transformada. Tem-se o Sistema Autónomo e o Sistema Ligado à Rede, SLR. O sistema Autónomo divide-se em doméstico, por exemplo Casas isoladas, sem ligação à rede, luz e refrigeração e o não-doméstico, como por exemplo as telecomunicações, o bombeamento de água, sinais de trânsito, etc. Diferenciam-se dos SLR pelo facto de terem um sistema de acumulação de energia, constituído por bateria (s) e regulador (es) de carga. Têm um rendimento, habitualmente, inferior ao outro tipo de sistema, devido ao facto de necessitarem de ser sobredimensionados para quando a capacidade de absorção é desfavorável. Este sobredimensionamento prejudica a absorção quando as circunstâncias se encontram favoráveis pois, a capacidade de armazenamento é limitada. São sistemas sobretudo utilizados em zonas rurais, quintas, etc.

Nos SLR, também existem duas opções, distribuído ou centralizado. Como exemplo de sistemas distribuídos são as residências, escritórios e barreiras sonoras. Em relação ao centralizado, tem-se, a título de exemplo as centrais eléctricas. São sistemas que predominam nos meios urbanos e caracterizam-se por não terem nenhum meio de armazenamento. A energia transformada é, toda, injectada na rede. Neste tipo de sistema é necessário garantir que a fase e tensão da energia transformada coincidem com a da rede onde será injectada de forma a não criar harmónicas, correntes que são somadas à corrente inicial da rede. Estas harmónicas provocam perdas de potência e aumentos a nível de corrente e tensão, diminuindo a vida útil dos aparelhos electrónicos.

Nos SLR podemos usar vários tipos de inversores em função do tipo de ligação do mesmo ao módulo fotovoltaico.

- Inversor centralizado – quando existe apenas um único inversor
- Inversor por ramal – quando partes do campo gerador têm capacidades de absorção de radiação diferentes. Cada parte destes campos está ligada ao mesmo inversor, recebendo sempre o mesmo nível de corrente.
- Inversor por painel – quando existem vários inversores por modulo fotovoltaico. Justificam-se, normalmente quando existem módulos que recebem diferentes gamas de energia e, conseqüentemente, níveis de corrente diferentes.

2.2.2. Tipos de painéis

Segundo vários estudos, existe uma grande variedade de tecnologia de células fotovoltaicas de acordo com o tipo de material e a forma como se organiza [6], [11], [22], [24]. Existem três gerações de células fotovoltaicas dependendo dos materiais usados e do nível de maturidade comercial:

1ª Geração – células fotovoltaicas de silício

Existem 3 grupos dentro da primeira geração de células. A gama mais comercializada são as células compostas por silício cristalino (c-Si) de elevada pureza. O sucesso desta gama de células deve-se à abundância de silício na terra, o facto de este ser estável e não tóxico [22].

2ª Geração – células fotovoltaicas de filme fino

As células fotovoltaicas de segunda geração são contruídas à volta de um conceito de película de filme fina. Têm cerca de 99% menos de material que as células de primeira Geração [22].

3ª Geração – células fotovoltaicas em desenvolvimento ou fase experimental

Células da terceira geração incluem tecnologias fotovoltaicas orgânicas que ainda se encontram em teste, experiência e desenvolvimento. Embora ainda não existam muitos

dados concretos, inúmeros estudos já revelam que podem atingir grandes eficiências a custos de produção muito inferiores relativamente aos restantes tipos de células [22].

Dentro de cada uma destas gerações foram formulados e desenvolvidos inúmeros tipos de células, dependendo da forma como se organizam a nível microscópico e os seus componentes. Para informações mais detalhadas, consultar Anexo 2.

Na Tabela 2.2, regista-se a eficiência de cada tipo de célula fotovoltaica para situações comuns entre si.

Tabela 2.2 – Rendimentos máximos de cada tipo de célula fotovoltaica [11]

Células Fotovoltaicas	Laboratório	Produção	Produção em Série
Silício Monocristalino	24,7%	18,0%	14,0%
Silício Policristalino	19,8%	15,0%	13,0%
Silício Polic. EFG	19,7%	14,0%	13,0%
Película Fina	19,2%	9,5%	7,9%
Silício Amorfo	13,0%	10,5%	7,5%
Silício Micromorfo	12,0%	10,7%	9,1%
Híbrido HCl	20,1%	17,3%	15,2%
CIS, CIGS	18,8%	14,0%	10,0%
Telurieto de Cádmio	16,4%	10,0%	9,0%
Semicondutor III-V	35,8%	27,4%	27,0%
Célula com Corante	12,0%	7,0%	5,0%

No Anexo 3 apresentam-se informações relativas a diferentes tipos de células, tais como: o seu posicionamento relativamente à sua eficiência e ainda o ano em que foram desenvolvidas. Permite ter uma percepção da evolução da eficiência das células ao longo dos anos, que é uma característica fulcral para qualquer selecção, quer a nível de rendimentos quer a nível de investimento, normalmente quanto maior a eficiência maior o seu custo.

2.2.3. Sistema fotovoltaico

Como referido no início deste capítulo, o circuito fotovoltaico é composto por painéis fotovoltaicos, baterias, inversor e reguladores de carga.

O painel fotovoltaico é o componente principal do sistema, composto por um material semicondutor, tipicamente silício, constituinte da areia, que se carrega electricamente quando submetido à luz solar. Substâncias dopantes são adicionadas ao semicondutor para permitir uma melhor conversão de energia eléctrica [4]. Posteriormente é realizado o processo de encapsulamento, que pode ser de três tipos dependendo do material onde as células são embebidas, Etileno-Vinil-Acetato (EVA), teflon ou resina fundida. Este

processo serve para proteger o equipamento contra tensões mecânicas e agentes atmosféricos [11].

Para se perceber de forma mais pormenorizada o funcionamento de uma célula fotovoltaica é necessário entender o efeito fotovoltaico, explicado de forma resumida no primeiro capítulo. Este efeito é possível graças à constituição das células fotovoltaicas, compostas por três componentes. O silício (Si), o Boro (B) e o Fósforo (P).

- O silício, Si, tem um número atômico 14 e a sua distribuição electrónica é 2-8-4.
- O Fósforo, P, tem um número atômico 15 e a sua distribuição electrónica é 2-8-5.
- O Boro, B, tem um número atômico 5 e a sua distribuição electrónica é 2-3.

As células são inicialmente constituídas apenas com silício e, como o Silício é uma substância simples, não conduz corrente e é necessário dopá-lo com Fósforo e Boro. Esta dopagem vai criar uma camada relativamente fina de silício dopado com fósforo e conseqüentemente com electrões livres, e uma camada de silício dopado com boro, com um défice de electrões. Estas duas camadas ficam carregadas electricamente de forma positiva (excesso de electrões) e negativa (défice de electrões). Esta diferença de electrões entre as duas superfícies vai gerar uma junção entre elas denominada de p-n, que cria um pequeno campo eléctrico. Como este campo eléctrico não é suficientemente forte para gerar electricidade, é necessário alimentar o circuito com mais energia. É então que tudo começa, com a incidência de energia solar, através de radiação. Esta radiação, de fotões, é captada pela célula fotovoltaica e faz com que os electrões do silício dopado com fosforo, mencionados anteriormente, se excitam, causando a separação destes na junção. A junção tem um papel fundamental, afastando os electrões para o lado negativo, aumentando a sua quantidade e o mesmo com as lacunas, aumentando a positividade do lado dopado com boro. Esta separação provoca um aumento do fluxo de electrões e uma diferença de potencial significativa. Quando se conecta uma carga entre as duas extremidades do material, esta vai ser automaticamente percorrida por electricidade e assim se desenvolve a produção de energia eléctrica.

Existem módulos com potências infindáveis, dependendo do pretendido e do espaço disponível. Habitualmente, módulos com, por exemplo, potências de 50-100 W, têm células fotovoltaicas que produzem cerca de 1,5 W com tensões de 0,5 V e uma corrente de 3 A. As células que formam o módulo fotovoltaico, podem ser ligadas em série ou paralelo. São utilizados contactos de metal nas extremidades de cada célula, que constituem os seus respectivos terminais, que absorvem os electrões livres e concentram a energia [4].

A orientação do painel tem um papel fundamental na absorção de radiação solar. Existem painéis com mais ou menos graus de liberdade, favorecendo ou não o acompanhamento solar ao longo do dia. Inclinando o painel com um ângulo igual ao da latitude a que se encontra, maximiza-se a radiação incidente (quanto mais perpendicular em relação ao sol melhor a sua absorção). Como referido anteriormente, existem painéis mais recentes que

são montados em dispositivos que fazem o acompanhamento da movimentação do sol ao longo do dia (em língua inglesa, fazem o *tracking* do sol) [13].

A quantidade total de radiação solar é expressa em termos de horas de pico solar. A título de exemplo, se tivermos uma hora de pico solar com uma potência de 1000 W/m^2 , a energia resultante é de 1 kWh/m^2 .

A corrente eléctrica produzida pelos painéis fotovoltaicos é contínua e para que possa ser utilizada, é necessário a instalação de um inversor que converta a corrente de contínua para alternada. É muito comum hoje em dia os inversores virem incorporados no painel.

A corrente eléctrica produzida pelos painéis fotovoltaicos é captada pelos inversores, que têm a finalidade de adaptar a corrente às características dos equipamentos eléctricos usados. Invertem a corrente contínua produzida pelos painéis fotovoltaicos em corrente alternada (CA ou AC) de tensão 230/400 V. Existem equipamentos domésticos que se fabricam para funcionarem também em corrente contínua (CC ou DC) à tensão de 12 V ou 24V e são os casos das televisões, frigoríficos, etc.

Para dispor da tensão de 230 V ou 230/400 V, em sistemas fotovoltaicos com armazenamento de energia em baterias de acumuladores (tensão DC), usam-se onduladores, mais conhecidos por inversores DC/AC. As principais funções são:

- Manter a tensão de saída dentro das margens estabelecidas
- Controlar a intensidade de saída para um valor seguro para o inversor
- Manter a frequência de saída

Os inversores diferem dependendo do tipo de instalação, autónoma ou ligada à corrente.

Para instalações autónomas devem possuir as seguintes características [13]:

- Corrente alternada sinusoidal, com a tensão e frequência estabilizada;
- Excelente eficiência de conversão, mesmo para regimes de carga parcial;
- Elevada tolerância às correntes de arranque;
- Elevada tolerância às flutuações de tensão da bateria;
- Protecção contradescharges profundas da bateria;
- Protecção contra curto-circuito;
- Elevada compatibilidade electromagnética;
- Protecção contra sobretensões.

Existem dois grandes grupos de inversores, o Central e o de Fileira.

O conceito de inversor central consiste na utilização de um inversor para todo o circuito. Esta opção necessita de inversores de maior capacidade. Esta maior capacidade, obriga a maiores correntes e maiores secções de cabos condutores e consequentemente preços mais elevados. O local de instalação do inversor deve ser, sempre que possível junto do

gerador para reduzir ao máximo as perdas de energia no cabo DC, diminuindo o comprimento.

Os inversores de fileira são mais utilizados em sistemas cujas orientações dos módulos sejam diferentes e sujeitos a sombreamentos. Permitem uma melhor adaptação da potência as condições oferecidas. É necessário ter em atenção aos grupos de módulos que são associados a cada inversor pois têm que ter as mesmas condições ambientais para o bom funcionamento do inversor. Esta opção facilita a instalação, permitindo a redução do comprimento da cablagem do módulo para as interligações em série, e a extinção da caixa de junção geral do módulo fotovoltaico e do cabo principal.

Nos sistemas autónomos, nem toda a electricidade produzida é consumida e por isso é armazenada nas baterias, por outras palavras, serve para armazenar a energia produzida em excesso, para ser consumida posteriormente, uma vez que não é enviada para a rede pública, como no projecto desenvolvido. Assim, as baterias de acumulação de electricidade podem ser de monobloco, AGM, estacionárias, de gel ou de lítio [13].

Por fim, os reguladores de carga têm como função proteger a bateria de sobrecargas, descargas e picos. Potenciam a vida útil da bateria através do controlo da tensão nos terminais da bateria.

Numa fase inicial o regulador permite que toda a corrente produzida passe para a bateria, carregando-a. À medida que a bateria carrega e se aproxima da sua capacidade máxima, o regulador permite a passagem de corrente de forma intermitente de modo a manter a bateria num estado de flutuação. Dependendo do tipo de reguladores, estes podem sobrecarregar as baterias, periodicamente, de modo a homogeneizar todas as células e a diminuir a estratificação do electrólito.

Os reguladores podem ser instalados em série ou em paralelo. Em série, o regulador é um relé ou semiconductor de potência, também conhecido por transístor, que se instala entre o campo gerador (painel fotovoltaico) e a bateria. Este relé interrompe o caminho caso a tensão atinja uma tensão limite, pré-definida, de carga. Em paralelo, funciona por dissipação do excesso de energia através de um transístor, instalado em paralelo à linha do módulo fotovoltaico – bateria. Quando a tensão dos bornes da bateria atinge o valor de tensão de sobrecarga, pré-definida, o regulador deriva parte da corrente em vez de interromper a ligação como o sistema em série.

Para controlar todos os componentes electricamente e fazer a ligação entre a produção e consumo, existe o quadro eléctrico. Serve para controlar todos os equipamentos que fazem parte da instalação. Tem como principal objectivo, proteger todo o sistema, com disjuntores, fusíveis, alarmes luminosos, etc., de modo a que, caso exista uma descarga de energia, os componentes da instalação não sofram danos.

Relativamente ao funcionamento eléctrico de um painel fotovoltaico, como é referido em [25], [3], [13], a chave para um bom sistema fotovoltaico passa por escolher um painel

com a melhor eficiência possível, e para tal, há que combinar da melhor forma possível os seguintes pontos:

- Comprimento de onda – As células fotovoltaicas respondem de forma distinta a comprimentos de onda diferentes, produzindo várias qualidades de energia².
- Material – Diferentes materiais comportam-se de forma característica.
- Temperatura – A temperatura ideal para cada célula fotovoltaica é, normalmente, indicada pelo fornecedor. Há que ter noção que uma temperatura superior também afecta a eficiência da célula, em termos negativos, na medida em que diminui a espessura da mesma, fazendo com que a célula absorva uma quantidade de radiação inferior à desejada.
- Reflexão – Quanto menor reflexão melhor. Para isso é necessário acompanhar a trajectória do sol ao máximo de modo a que o ângulo da radiação incidente seja perpendicular ao módulo, é possível também aplicar um revestimento, em forma de película, anti reflexão ou usar um confinamento óptico através da alteração da textura da superfície da célula solar.
- Resistência – A resistência eléctrica das células cria perdas, afectando a eficiência.

Para maximizarmos esta eficiência é necessário reduzir a radiação reflectida no painel. Com a potência máxima sendo uma variável quantificável, dependente de vários factores, mencionados anteriormente, é possível manter este nível de potência com os novos inversores, que acompanham e garantem a potência máxima necessária. Este processo é chamado acompanhamento de potência máxima, em língua inglesa, *maximum power point tracking (MPPT)*.

2.3. Legislação

A nível da produção para autoconsumo de energia fotovoltaica, a legislação portuguesa contempla alguns diplomas para regular a sua produção, salientando os seguintes:

- Decreto-Lei 68-2002

Regula o exercício da actividade de produção de energia eléctrica em baixa tensão (BT), desde que a potência a entregar à rede pública não seja superior a 150 kW.

² A Qualidade da Energia passa por manter constantes as suas características (Frequência, Valor Eficaz de Tensão, Sobretensões, Tremulação, Desequilíbrio do Sistema Trifásico de Tensões e Distorção Harmónica). Os consumidores de energia eléctrica fornecidos a partir das redes de transporte e de distribuição têm à sua disposição uma tensão alternada sinusoidal com frequência e amplitude que se deverão manter razoavelmente constantes ao longo do tempo, em condições normais de exploração. No entanto, durante a operação e exploração das redes de energia eléctrica existe um conjunto de factores indutores de alterações nas características nominais da onda de tensão e que, conseqüentemente, afectam o normal funcionamento de instalações e equipamentos e impactam no seu tempo de vida útil. Os fenómenos responsáveis pelas alterações às características nominais da onda de tensão podem ter origem na própria rede, nos produtores de energia, em instalações de clientes (tipicamente clientes industriais) e ainda nas interligações com outras redes [26].

- Decreto-Lei 101-2007

Simplifica o licenciamento de instalações eléctricas, quer de serviço público quer de serviço particular, alterando o Decreto-Lei n. 26852, de 30 de Julho de 1936 e o Decreto-Lei 517/80, de 31 de Outubro, e 272/92, de 3 de Dezembro.

- Programa E4 - 2011

O Governo, ao lançar o Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas), assume a iniciativa de um conjunto de medidas múltiplas e diversificadas mas com a preocupação de reforçar uma visão integrada e coerente, da oferta à procura da energia, com o objectivo de, pela promoção da eficiência energética e da valorização das energias endógenas, contribuir para a melhoria da competitividade da economia portuguesa e para a modernização da nossa sociedade, salvaguardando simultaneamente a qualidade de vida das gerações vindouras pela redução de emissões, em particular do CO₂, responsável pelas alterações climáticas.

- Resolução do Conselho de Ministros N° 63/2003

Aprova as orientações da política energética portuguesa e revoga a Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001, de 19 de Outubro:

- I. Assegurar a segurança do abastecimento nacional;
- II. Fomentar o desenvolvimento sustentável;
- III. Promover a competitividade nacional.

- Decreto-Lei 313/95 de 24 de Novembro

Altera o decreto-lei 189/88 de 27 de Maio (estabelece normas relativas a actividade de produção de energia eléctrica por pessoas singulares ou por pessoas colectivas de direito público ou privado), passando a estabelecer no âmbito do sistema eléctrico independente - sei - a que se refere o decreto-lei 182/95 de 27 de Maio (bases de organização do sistema eléctrico nacional - sen), o regime jurídico do exercício da actividade de produção de energia eléctrica em aproveitamentos hidroeléctricos até 10 mVA de potência aparente instalada, bem como o da produção de energia eléctrica a partir de recursos renováveis, combustíveis nacionais ou resíduos industriais, agrícolas ou urbanos. Determina que ficam salvaguardados os direitos emergentes do citado decreto-lei 189/88, já constituídos a data da entrada em vigor do presente diploma.

- Decreto-lei N° 168/99 de 18 de Maio

Estabelece as regras aplicáveis à produção de energia eléctrica a partir de recursos renováveis e à produção combinada de calor e electricidade.

- Decreto-Lei N° 312/2001 de 10 de Dezembro

Define o regime de gestão da capacidade de recepção de energia eléctrica nas redes do Sistema Eléctrico de Serviço Público proveniente de centros electroprodutores do Sistema Eléctrico Independente.

- Decreto-Lei N° 339 - C/2001 de 29 de Dezembro

Altera o Decreto-Lei n.º 168/99, de 18 de Maio, que revê o regime aplicável à actividade de produção de energia eléctrica, no âmbito do sistema eléctrico independente.

- Decreto-Lei n.º 68/2002 de 25 de Março

Regula o exercício da actividade de produção de energia eléctrica em baixa tensão (BT), desde que a potência a entregar à rede pública não seja superior a 150 kW).

- Portaria 383/2002, de 10 de Abril

No contexto da recente adopção do Programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) pelo Governo, a correcta execução da política energética, nomeadamente no que respeita à melhoria da eficiência energética e ao aumento de utilização de energias renováveis, torna necessário proceder a alguns ajustamentos na Portaria 198/2001, de 13 de Março, que criou a Medida de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético e Racionalização de Consumos (MAPE), alterada pela Portaria 1219-A/2001, de 23 de Outubro.

3. Refrigeração

À semelhança do anterior capítulo, aqui é efectuado uma introdução à refrigeração. Na **secção 3.1** faz-se um enquadramento geral da temática da refrigeração no desenvolver deste projecto. Na **secção 3.2** apresenta-se uma explicação a nível teórico do funcionamento do circuito frigorífico, com os respectivos componentes. Por fim, na **secção 3.3** resume-se a legislação que abrange a área da refrigeração.

3.1. Enquadramento

A refrigeração surgiu com a necessidade de armazenar e conservar alimentos. É um processo que permite o arrefecimento de um determinado ambiente de forma controlada, tanto para viabilizar processos, como para processar e conservar produtos. É também utilizado em processos de climatização para conforto térmico. Resumidamente, para baixar a temperatura de um espaço é necessário retirar o calor nele existente. Para que tal aconteça é necessário instalar um processo de refrigeração, onde o calor é transferido de um ambiente para outro.

O processo de refrigeração, permite retardar a degradação dos alimentos, impedindo a evolução de bactérias. A complexidade do processo surge quando entram em equação a infinidade de alimentos. Cada alimento tem um ponto óptimo de conservação, velocidades de arrefecimento, humidades relativas, etc.

Neste capítulo são introduzidos de forma concisa e coerente todos os componentes e princípios de funcionamento do ciclo de refrigeração.

3.2. Princípios de funcionamento

3.2.1. Tipos de ciclo

Existem três grandes grupos de frio dependendo da potência calorífica em causa, ilustrados na figura 3.1 [30]:

- Refrigeração Doméstica;
- Refrigeração Comercial;
- Refrigeração Industrial.

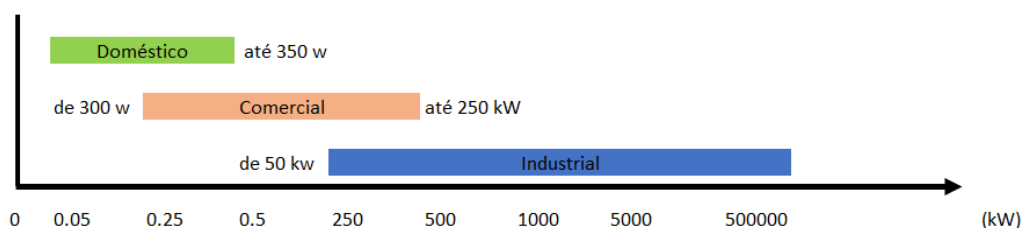


Figura 3.1 - Gama Actuação Refrigeração [30]

Independentemente do grupo, segundo a NP EN³ 378-1, os sistemas de refrigeração são classificados de acordo com a forma de extracção de calor ou de adição de calor da substância atmosférica a ser tratada. Neste caso podem ser sistemas, [1]:

³ Segundo a Universidade de Aveiro, as Normas Portuguesas são definidas com NP e as Normas Portuguesas que adoptam Normas Europeias são definidas com NP EN.

- Directos – Quando o evaporador ou condensador estão em contacto directo com a substância a ser arrefecida ou aquecida.
- Indirectos – Sistemas cujo evaporador arrefece e o condensador aquece o meio de transferência de calor que passa, através de um circuito fechado, por permutadores de calor em contacto directo com a substância a ser aquecida ou arrefecida.

Como já conhecido, naturalmente, a temperatura tende a fluir do quente para o frio. Ora as máquinas frigoríficas conseguem precisamente o contrário. Para que tal aconteça é necessário forçar o processo. É possível efectuar este processo através de alguns tipos de ciclo frigorífico:

- Por absorção – É caracterizado pelo facto do fluído frigorigéneo se dissolver num líquido antes de ser comprimido.
- Por gás – Caracteriza-se pelo estado do fluído frigorigéneo, que se mantém gasoso durante todo o ciclo.
- Termoeléctrico – Quando o arrefecimento é produzido pela passagem de uma corrente eléctrica através de dois materiais diferentes.
- Por compressão de Vapor – É o processo mais comum e o usado no caso em estudo. Caracteriza-se pela vaporização do fluído frigorigéneo, no evaporador, pela condensação, do mesmo, no condensador e pela sua compressão na fase de vapor.

3.2.2. Tipos de refrigerantes

Existem inúmeros tipos de refrigerantes, que podem ser utilizados como fluído frigorigéneo, que é conduzido através do circuito frigorífico e, com as diferenças de pressão, vai permitir a troca de calor, processo explicado no capítulo seguinte. Alguns são mais apropriados para temperaturas mais elevadas, outros para temperaturas mais baixas, uns para circuitos maiores e outros para circuitos mais pequenos. Para se ter uma ideia destas variações, pode-se observar a Figura 3.2 que enumera os mais variados fluídos frigorigéneos (HFC) e as suas temperaturas de aplicação [1]. É importante referir que os fluídos frigorigéneos podem, dependendo da sua estrutura molecular, ser classificados em:

- CFC's – Clorofluorocarbonetos
- HCFC's – Hidroclorofluorocarbonetos
- HFC's - Hidrocarbonetos

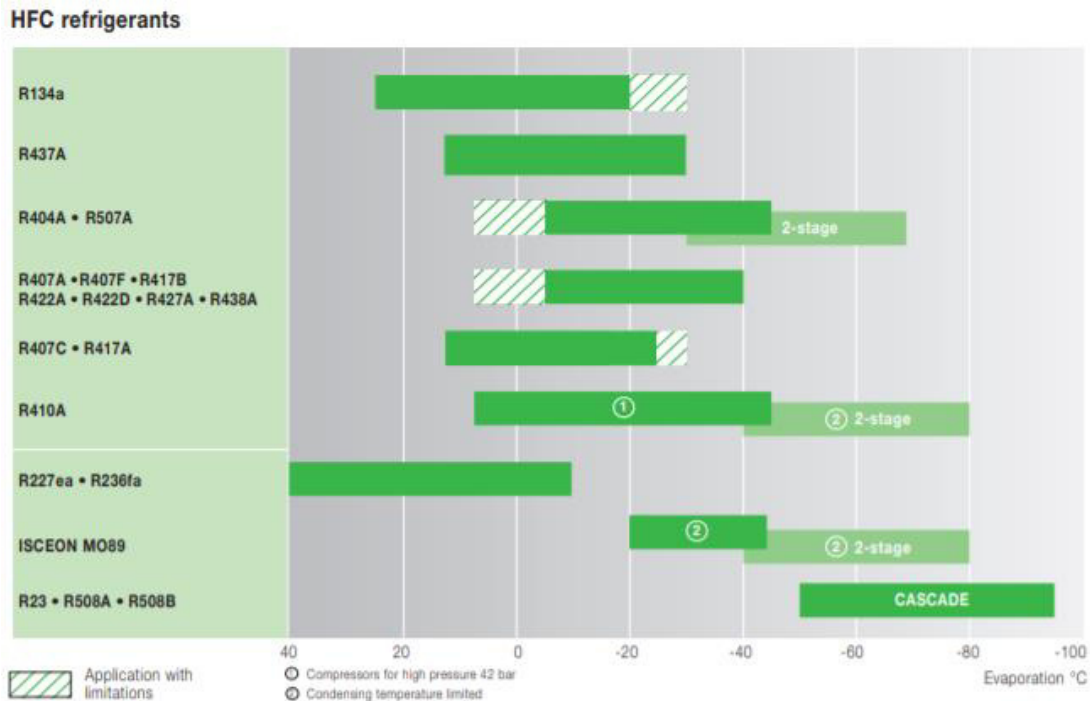


Figura 3.2 - Campo Aplicação dos Fluidos Frigoríficos HFC [30]

Para se seleccionar um fluido frigorífico ideal é necessário ter em conta as seguintes propriedades:

- Não atacar a camada de ozono ($ODP^4=0$);
- Possuir um baixo potencial do efeito de estufa (GWP^5 perto de 0);
- Preferencialmente incolor na forma de gás, mas facilmente detetável;
- Não tóxico, corrosivo, irritante e poluente;
- Não inflamável e explosivo;
- Quimicamente estável nas condições normais de funcionamento;
- Energeticamente eficiente (COP elevado).

Como é possível constatar a partir dos pontos acima mencionados, existe uma grande preocupação a nível ambiental. Segundo a Comissão Europeia, foi lançada uma normativa, a F-Gás [31], que especifica algumas medidas tomadas e exigidas à União Europeia. Segundo a união europeia, existe um plano para iniciar a extinção de gases poluentes, começado por baixar a quantidade máxima destes HFC's no mercado. Entrou em vigor em 2015, com o objectivo de diminuir em 7% a presença destes gases no mercado em 2017. Entre 2018 e 2010, prevê-se que este valor baixe para cerca de 63%, tendo como referência sempre os 100% de 2015. Já em 2030, procuram baixar este valor para cerca de 21%.

Para se seleccionar o fluido a usar é necessário procurar responder às seguintes questões:

⁴ ODP – Ozone Depletion Potential, Potencial de destruição do ozono.

⁵ GWP – Global Warming Potential, Potencial de aquecimento global.

- Tipo de instalação projectada;
- Compatibilidade da instalação frigorífica com o fluído a utilizar;
- Facilidades de abastecimento, transporte e disponibilidade;
- Segurança de pessoas e bens;
- Preço da carga de fluído;
- Ambiente.

Os fluídos frigorígenos mais utilizados no mercado são o R410, o R404 e o R134a. Habitualmente e devido ao seu comportamento o gás R410 é utilizado para temperaturas de evaporação baixas (negativas) e o gás R134a para temperaturas médias (0 ou positivas baixas). Existem outros gases como por exemplo o R600a que é habitualmente utilizado em frigoríficos e congeladores domésticos, onde as instalações são de pequena dimensão.

Recentemente, tem havido um grande desenvolvimento em novos fluídos que não poluem o meio ambiente. É possível, no Anexo 4 observar com mais detalhe os tipos de fluídos, as suas principais características a nível ecológico e também os fluídos principais, que serão substituídos no futuro.

No capítulo relativo ao dimensionamento do circuito frigorífico, será seleccionado o fluído a adoptar devidamente justificado e alusivo à actualidade, como referido no capítulo 4.3, com a normativa do F-GAS.

3.2.3. Ciclo frigorífico

O presente capítulo pretende explicar sucintamente o funcionamento do ciclo para que seja possível entender o dimensionamento e selecção dos equipamentos no caso de estudo. Um ciclo simples pode ser representado como demonstra a figura 3.3.

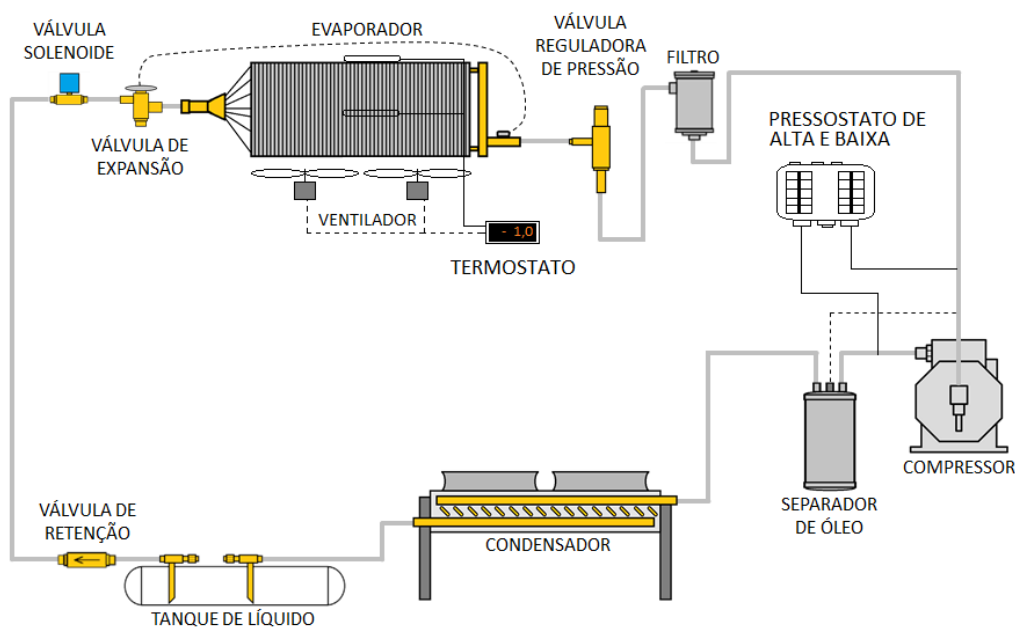


Figura 3.3 - Esquema Ciclo de Refrigeração Simples - Adaptação [1]

O esquema da figura 3.3 é um exemplo de um circuito frigorífico de forma prática. Para o compreender na totalidade é necessário compreender o diagrama de Mollier, relativamente aos fluídos refrigerantes, ilustrado na figura 3.4. O diagrama permite-nos estudar a relação entre as propriedades termodinâmicas dos processos que ocorrem no ciclo frigorífico. No diagrama de Mollier é possível ver todas as fases do fluído frigorígeno. Existem três fases explícitas no diagrama, a zona de estado líquido, à esquerda da linha de líquido saturado, a zona de mistura, entre a linha de líquido saturado e vapor saturado e finalmente a zona de vapor sobreaquecido, à direita da linha de vapor saturado.

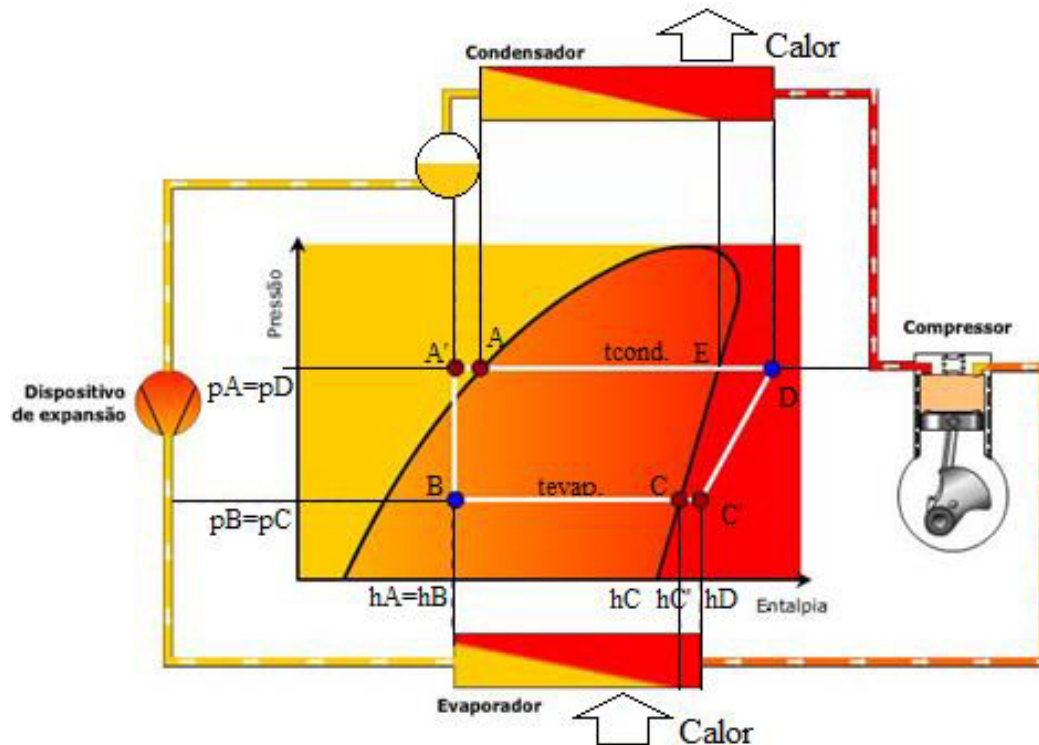


Figura 3.4 -- Ciclo Ideal de Refrigeração [1]

O ciclo de refrigeração ocorre em quatro processos fundamentais através do ciclo [A-A'-B-C-C'-D-E-A], e o seu funcionamento ocorre da seguinte forma:

Processo A' → B (Expansão)

Processo desenvolvido numa importante componente do ciclo, a válvula de expansão. É um processo isentálpico e irreversível (entalpia constante). Sendo um processo irreversível, a entropia do refrigerante à saída da válvula de expansão será maior que à entrada. O líquido sub-arrefecido passa da pressão de condensação, p_A , até a pressão de vaporização, p_B . Com esta baixa de pressão acentuada, o líquido baixa a sua temperatura e possibilita a captação de calor que passará no evaporador, descrito no ponto seguinte.

A válvula de expansão é o órgão que tem como finalidade regular o fluxo do líquido refrigerante ejetado no evaporador de acordo com a carga térmica e restringir esse mesmo fluxo de modo a garantir uma queda de pressão do refrigerante líquido, para que

este atinja o seu ponto de ebulição. Para se obter uma expansão mais eficiente, o líquido deverá estar a uma temperatura ligeiramente abaixo do ponto de ebulição, isto é sub-arrefecido. A figura 3.5 mostra como se comporta uma válvula de expansão no circuito de refrigeração, desde o sensor de temperatura à tensão eléctrica que controla a abertura ou fecho da agulha consoante a leitura efectuada [32]. Permite assim uma eficiência maior no evaporador.

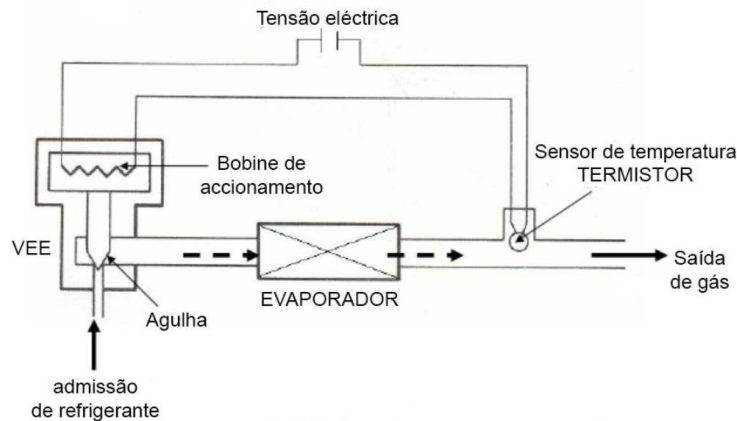


Figura 3.5 – Ciclo do Princípio Válvula Expansão Eléctrica [32]

Para circuitos de baixa potência é possível utilizar um tubo capilar. O refrigerante líquido entra no tubo capilar e vai perdendo pressão à medida que escoar por ele, em virtude do atrito e da aceleração do fluido, resultando na evaporação de parte do refrigerante.

As válvulas de expansão têm um sensor de temperatura (termístor) que é posto em contacto com a tubagem a jusante do evaporador para garantir que os objectivos pré-definidos são atingidos e reajustar o seu ponto de funcionamento, abrindo ou fechando a agulha, de forma a deixar passar mais ou menos gás.

Processo B → C' (Evaporação)

Este processo ocorre no evaporador. Permite a transferência de calor a uma pressão e temperatura constante, desde vapor húmido até ao estado de vapor sobreaquecido. Entre os pontos B e C, o calor transferido ao refrigerante não modifica o seu estado, apenas a sua qualidade, título⁶, x. Entre o ponto C e C', já não se verifica o caso anterior, neste processo ocorre o sobreaquecimento, responsável por evaporar todo e algum líquido que possa não ter evaporado antes. Torna-se numa fase essencial para evitar que entre fluido no estado líquido no compressor e danifique a instalação.

Também conhecido por serpentina de arrefecimento ou ninho, o evaporador é o componente onde o fluido frigorigéneo sofre uma mudança de estado da fase líquida para a fase gasosa. É responsável por absorver o calor presente no ambiente. Existe uma grande variedade de evaporadores, dependendo dos seguintes pontos:

⁶ O título é a percentagem de massa de vapor numa mistura líquido-vapor.

- Tipo de construção;
- Superfície de troca de calor;
- Método de alimentação do líquido;
- Condição de operação;
- Método de circulação do fluído refrigerante;
- Método de circulação do ar;
- Tipo de controlo de refrigerante;
- Aplicação.

Os sistemas de refrigeração são projectados, instalados e operados com o objectivo de retirar calor de alguma substância ou espaço. A eficiência do evaporador depende de três características. A primeira é a superfície que deve ser suficientemente grande de modo a poder absorver a carga de calor necessária sem exceder demasiado a diferença de temperatura entre o líquido refrigerante e a substância a arrefecer. A segunda característica é a capacidade de apresentar espaço suficiente para acomodar o refrigerante líquido e também espaço adequado para que o vapor do refrigerante se separe do líquido. Por fim, ter dimensões adequadas para a circulação do fluído refrigerante sem uma queda de pressão excessiva entre a entrada e a saída.

Processo C' → D (Compressão)

É um processo adiabático reversível, isto é, não há quaisquer trocas de calor com o exterior. Sendo adiabático é, portanto, um processo isentrópico, onde a entropia se mantém constante. O fluído entra no compressor à pressão do evaporador e com título igual ou superior a 1, garantido que não existe líquido e não danifica o compressor. Ao sair do compressor, o fluído está sobreaquecido à temperatura t_D , que é ligeiramente maior que a temperatura de condensação.

O compressor é considerado o coração do sistema. Tem como principais funções a circulação do fluído refrigerante pelo sistema, aspirar o vapor proveniente do evaporador e comprimir o refrigerante, que aumenta de pressão e temperatura, para a linha de alta pressão que liga ao condensador [32].

Existem vários tipos de compressor consoante a forma de comprimir o fluído:

- Alternativos;
- Rotativos;
- Centrífugos;
- Parafuso ou *screw*;
- *Scroll* ou caracol.

À parte destes tipos, existem também compressores diferentes consoante a sua estrutura:

- Herméticos, em que o motor e o compressor ficam dentro da mesma carcaça;

- Semi-hermético, à semelhança dos herméticos, o motor e o compressor também ficam emparelhados dentro da mesma estrutura. O que os difere é que, neste caso, a estrutura é fechada com parafusos e não selada;
- Aberto, onde o motor fica separado do compressor; é normalmente apenas acoplado no local da instalação ao motor pretendido.

Sendo um dos componentes mais importantes do ciclo, é necessário perceber o seu ciclo de funcionamento. Na figura 3.6 é possível observar a evolução do compressor ao longo das quatro fases do ciclo relativamente à sua pressão e volume.

O ciclo de compressão permite-nos identificar as diferentes etapas do compressor. Inicia-se com o fluido refrigerante, em estado de vapor saturado, que é aspirado pelo compressor (B-C). Posteriormente o fluido é comprimido e consequentemente sobre aquecido (C-D). Para que consiga efectuar esta compressão o compressor tem que ser alimentado electricamente, sendo a parte do ciclo em que este realiza trabalho. Entre D e A, dá-se a descarga, onde à medida que a compressão continua, o fluido comprimido vai escapando para o circuito. De A para B, dá-se de novo o início do ciclo de compressão, iniciando o processo de aspiração da próxima quantidade de fluido a comprimir,

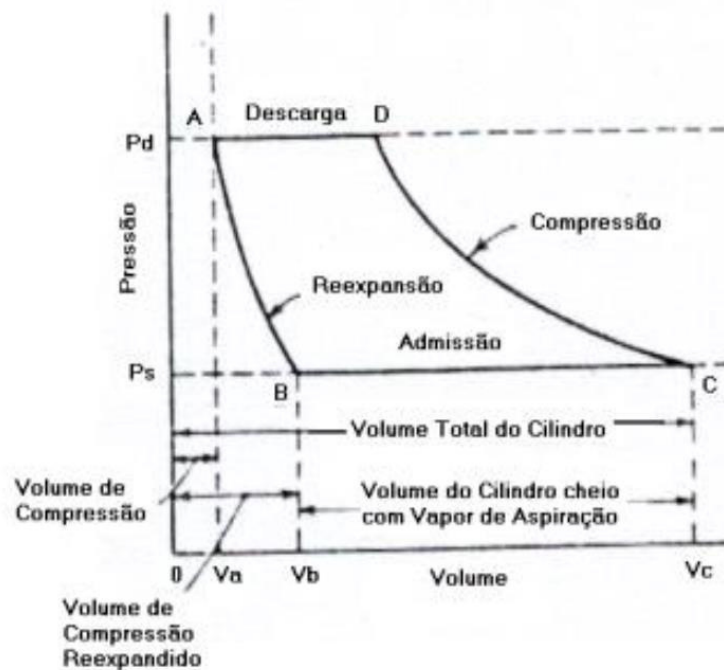


Figura 3.6 - Ciclo de compressão [32]

A capacidade real de refrigeração é sempre menor à teórica devido à folga mecânica entre os êmbolos e as válvulas (volume de compressão) e à compressibilidade do fluido refrigerante no estado de vapor.

É nos possível determinar a capacidade de refrigeração a partir da massa de fluido refrigerante circulada por unidade de tempo (kg/h) e o efeito de refrigeração por unidade circulada (kJ/kg). É relevante realçar que a capacidade de refrigeração do compressor

diminui com o aumento da temperatura de condensação. A temperatura de condensação depende directamente da temperatura exterior, por isso, em países com maior temperatura média exterior, exigem compressores mais potentes para a mesma capacidade frigorífica.

Processo D → A (Condensação)

Ocorre no condensador, sendo um processo de rejeição de calor, do fluído para o meio de arrefecimento, à pressão constante. Neste processo, o fluído começa por ser arrefecido desde a temperatura t_D até à temperatura de condensação, t_C . Depois do ponto E até ao ponto A, linha de líquido saturado, ocorre a condensação a temperatura constante. Já no depósito de líquido, a temperatura baixa ligeiramente passando a ser líquido sub-arrefecido, é possível visualizar este processo na figura 3.4.

Os condensadores são elementos de um sistema de refrigeração que têm a função de transformar o fluído frigorígeno quente, que é comprimido pelo compressor a alta pressão, em estado líquido. Para isso, rejeita o calor contido no fluído refrigerante para alguma fonte de arrefecimento (ar ou água).

O processo de condensação do fluído refrigerante dá-se ao longo do condensador, em três fases distintas, que podem ser observadas na figura 3.4, que são:

- Arrefecimento em que ocorre uma variação da temperatura do gás refrigerante;
- Condensação que tem lugar a temperatura constante;
- Sub-arrefecimento com variação da temperatura do líquido refrigerante.

Existem vários tipos de condensadores, condensadores a ar (natural ou forçado), condensadores a água (contracorrente, imersão ou multitubular) e finalmente condensadores evaporativos (ar e água). Dependendo da potência necessária, o condensador será natural ou forçado. Sendo que forçado, exige o acoplamento de um ventilador junto do permutador de calor para forçar o ar a trocar calor com maior fluxo.

Embora não visivelmente expostos na figura 3.4 existem mais componentes que completam o circuito frigorífico, tais como:

- Depósito de líquido

Componente metálico de formato cilíndrico que recebe o fluído frigorígeno no estado líquido proveniente do condensador. As principais funções são as de armazenamento e separação do refrigerante líquido do gás. O armazenamento do refrigerante líquido tem por objectivo compensar variações de produção e consumo do refrigerante líquido em condensadores e evaporadores. A separação é fundamental para evitar a aspiração de refrigerante líquido pelo compressor [1].

- Válvulas de corte

As válvulas de corte são posicionadas estrategicamente, por exemplo, antes e depois de qualquer componente, para se efectuarem manutenções e intervenções técnicas sem prejudicar todo o circuito.

- Filtro secador

É um componente montado em série no circuito de forma a eliminar partículas estranhas e vestígios de humidade, provenientes dos condensados, que eventualmente circulam nas tubagens e danificam e prejudicam o sistema. São componentes simples que, como o nome indica, filtram o circuito e o protegem. Normalmente são posicionados entre duas válvulas de corte e quando existe a necessidade da sua manutenção ou substituição, o circuito é posto em *by-pass* por breves instantes enquanto é feita a reparação. Este procedimento evita que o sistema tenha que ser desligado e evite eventuais prejuízos económicos.

- Visores de líquido

O visor, é instalado a jusante do filtro do sistema, de forma a permitir uma detecção fácil e rápida de falta de fluído frigorífero no circuito, aparecendo bolhas de vapor e detectar vestígios de humidade no interior do circuito.

- Válvulas solenóides

As válvulas solenóides, são válvulas herméticas e estanques, servo accionadas, de accionamento directo tipo “tudo ou nada”, permitindo o controlo automático (estabelecer ou interromper) do fluxo de refrigerante para o dispositivo expensor, em resposta à acção do termostato, com o corpo em latão, bronze ou aço inoxidável. As tensões de alimentação das bobinas são normalmente 240 V, corrente alterna, mas também são possíveis outras tensões em corrente contínua.

Localizam-se em diferentes pontos numa instalação de refrigeração para que, sempre que for necessário, interromper ou restabelecer circuitos de fluído refrigerante. Podem ser montadas a montante do dispositivo expensor, isolamento de compressores, inverter circuitos nos evaporadores para descongelação, etc.

- Válvulas de segurança

Em relação às válvulas de segurança que, como o nome indica, protegem o circuito. São pré-seleccionadas para abrirem a uma determinada pressão, evitando possíveis danos materiais na instalação ou nos seres humanos.

- Válvulas de retenção

Permitem a circulação do fluído em uma única direcção. Costumam ser instaladas entre o separador de óleo e o condensador com o objectivo de evitar que durante os ciclos de paragem e arranque do compressor, o fluído regresse ao separador de óleo.

- Termostatos e pressostatos

Os termostatos são dispositivos de controlo, que funcionam sob a acção da temperatura, por outras palavras, são sensores de temperatura. Conforme a sua variação na zona de colocação do bolbo ou sensor, este estabelece ou interrompe o circuito eléctrico para a zona que está a comandar.

Um exemplo muito simples de um termostato é o que temos no fogão que usamos no dia-a-dia. O termostato permite que atinjamos a temperatura pretendida, permitindo o aumento ou diminuição de temperatura para esse objectivo (manter a temperatura constante no valor pré-definido).

Os pressostatos são projectados para proteger os sistemas de refrigeração contra pressões de descarga excessivamente altas e pressões de aspiração excessivamente baixas, para ligar/parar compressores ou para operar os ventiladores de condensadores arrefecidos a ar. São sensores de pressão que protegem o circuito de picos indesejados e imprevisíveis.

- Separadores de óleo

Os separadores de óleo, são utilizados em instalações relativamente grandes, servem para separar o excesso de óleo de lubrificação que circula com o fluído frigorígeno e faz com que retorne, controladamente, ao cárter do compressor, antes que entre em contacto com os restantes componentes do sistema e possa danificá-los.

- Filtros de óleo

Os filtros de óleo, são componentes que evitam que pequenas partículas solidas circulem na corrente de óleo de retorno ao compressor.

- Juntas antivibráticas

Instaladas a jusante do compressor. Têm a função de reduzir, a um valor aceitável, a transmissão de vibrações para a instalação, provocadas pelo funcionamento do compressor. Evitam que as nasçam fissuras e se propagem até à rotura nas soldaduras.

- Tubagem de cobre e respectivo isolamento.

Por fim tem-se a tubagem em cobre e é essencial perceber a sua importância. O bom ou mau funcionamento de uma instalação assenta, essencialmente, no bom ou mau dimensionamento das linhas, supondo que o dimensionamento dos órgãos e componentes é apropriado.

A tubagem de cobre é normalmente vendida ao rolo de cerca de 30 m ou à vara de 5 m, para diâmetros maiores. Dependendo da instalação existem diâmetros diferentes. É habitual diferenciá-los pelo seu diâmetro em polegadas e para isso é necessário ter em conta a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Diâmetros tubagem de cobre

Rolo – 30,5 m	Vara – 5 m
3/16 – 4,76 mm	7/8 – 22,23 mm
1/4 – 6,35 mm	1” – 25,40 mm
5/16 – 7,94 mm	1” 1/8 – 28,58 mm
3/8 – 9,53 mm	1” 3/8 – 34,93 mm
1/2 – 12,70 mm	1” 5/8 – 41,28 mm
5/8 – 15,88 mm	2” 1/8 – 53,98 mm
3/4 – 19,05 mm	2” 5/8 – 66,68 mm
	3” 1/8 – 79,38 mm

Para o isolamento de tubagem são utilizadas espumas elastoméricas e os polietilenos expandidos, resultando em circuitos perfeitamente isolados de maneira rápida e limpa. Não necessitam assim de acabamentos externos, com excepção das aplicações em que se recomenda uma pintura protectora ou outro material para evitar a degradação do produto pelos raios ultravioleta. É importante referir que para diferentes aplicações, são utilizadas diferentes espessuras de isolamento, como é exemplificado na tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Espessuras mínimas de Isolamento [1]

Diâmetro Exterior (mm)	Temperatura do Fluido (°C)			
	-20 a -10	-9.9 a 0	0.1 a 10	>10
∅≤35	40	30	20	20
35<∅≤60	50	40	30	20
60<∅≤90	50	40	30	30
90<∅≤140	60	50	40	30

3.3. Legislação

A legislação portuguesa prevê um conjunto de regras e normas de forma a uniformizar métodos de trabalho, garantir o correcto armazenamento dos produtos e acima de tudo, a segurança de todos os clientes e colaboradores.

Em relação à produção de frio, temos decretos de lei que contemplam temperaturas de arrefecimento e armazenamento de alimentos que permitem a conservação da sua qualidade para consumo.

- Decreto-Lei n.º 192/99

Estabelece as regras relativas aos requisitos de eficiência energética dos aparelhos de refrigeração electrodomésticos.

- Portaria n.º 1068/2003,

Dos Ministérios da Educação e da Segurança Social e do Trabalho, que aprova as normas regulamentares de aprendizagem nos itinerários de formação da área de electricidade e energia (frio e climatização), publicada no Diário da República, 1.ª série, n.º 223, de 26 de Setembro de 2003, tem-se:

- Codex Alimentarius - Código Alimentar da Comissão conjunta da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e da Organização Mundial de Saúde (OMS), 2006;
- Guia de Boas Práticas de Higiene e Segurança Alimentar compilado pela Câmara Municipal do Porto;
- Guia para Controlo da Segurança Alimentar em Restaurantes Europeus elaborado de Bolton, D.J. & Naubsell, B. (2006);
- Livro Branco sobre a Segurança dos Alimentos apresentado pela Comissão das Comunidades Europeias (CEE) em 2000.

De acordo com a legislação referida anteriormente destacam-se algumas das directrizes consideradas mais relevantes para Entrepósitos de armazenagem de produtos refrigerados:

- Qualquer género alimentício armazenado numa empresa do sector alimentar deve ter garantido o correcto armazenamento para evitar deterioração e contaminações
- As instalações frigoríficas que armazenam bens alimentares devem proporcionar condições adequadas ao manuseamento e armazenagem a temperaturas adequadas que devem ser controladas e registadas;
- Para garantir a segurança e qualidade dos alimentos, está regulamentada a temperatura a que estes devem ser mantidos para que seja mantenhá-los conservados em perfeito estado.

4. Caso de Estudo

Desenvolve-se a componente técnica do projecto. Na **secção 4.1** inicia-se o dimensionamento do circuito frigorífico, de seguida, o circuito fotovoltaico na **secção 4.2** e finalizando com o circuito eléctrico na **secção 4.3**.

4.1. Apresentação do Projecto CoolSpot

O projecto CoolSpot visa desenvolver uma instalação, localizada na praia ou outro ambiente social semelhante, que permita aos seus utilizadores usufruir de um espaço individual, cacifo, para armazenar os seus alimentos a temperaturas apropriadas. Instalação essa que oferece também a possibilidade para guardar os seus valores em cacifos simples.

Uma das principais premissas, tidas em conta, para o desenvolvimento deste trabalho foi a auto-suficiência. Esta característica é analisada com base na capacidade da produção eléctrica que terá que ser capaz de suprir todas as necessidades eléctricas do equipamento.

Posto isto, é necessário optar por um dos tipos de energia renovável, apresentadas no capítulo 1. Analisando as energias descritas, relativamente à energia Hídrica, é possível dizer que, com a necessidade de transportar a energia gerada, torna a sua utilização pouco viável. Em relação à energia Eólica, seria uma boa fonte à partida devido à possibilidade de adaptar o seu tamanho. Não é, no entanto, favorável pois será tanto mais rentável quanto a quantidade de vento existente, o que não se verificada da mesma forma para os utentes da praia, tornando-se desagradável para quem procura um dia de sol e praia sossegado. Em relação à energia proveniente da Biomassa, torna-se impraticável devido ao facto de necessitar de grandes instalações para a transformação da mesma. A energia Oceânica seria uma opção viável, mas não permite mobilidade, que é um dos objectivos do projecto. Por fim, a energia Geotérmica, que também não é considerada útil pois é uma fonte utilizada em projectos de grandes dimensões e com pouca mobilidade, que não se enquadra no caso pretendido e não existe em todo o litoral, é muito localizada.

Sendo o sol a maior e inextinguível fonte de energia renovável, a custo zero [6], torna-se na opção mais viável e cativante de todas as descritas anteriormente. Do livro Introdução à Energia Fotovoltaica é possível enaltecer uma frase, que indica isso mesmo, “A refrigeração e Ar Condicionado solar são aplicações emergentes, capazes de alcançar arrefecimentos consideráveis ou sistemas híbridos de AVAC. A energia solar como abastecimento de energia é a mais recente prática nos sistemas de refrigeração e ar condicionado.”[13].

Esta premissa, relativamente à auto-suficiência, delimita ainda, todo e qualquer sistema fotovoltaico que seja ligado à rede e por isso ter-se optado por um sistema autónomo onde a necessidade de armazenar a electricidade produzida extra é uma característica imperativa. Esta opção obriga a selecção de mais dois componentes, o banco de baterias, que guardam a energia produzida, e os controladores de carga, que monitorizam e protegem a bateria de sobrecargas ou descargas totais, como foi referido no capítulo 2.2.3.

Não obstante aos factores acima descritos, capturar energia solar através de painéis fotovoltaicos para produção de electricidade é também considerado um dos mercados mais promissores no ramo das energias renováveis [22].

Para se perceber a grandeza da energia solar, em 1906, São Francisco, foi abalado com um terramoto de magnitude 7,8 que destruiu as casas de 225 000 habitantes. Estima-se que tenha libertado cerca de 10^{17} J de energia, o equivalente à energia entregue pelo sol em um segundo. Outro exemplo, são as reservas mundiais de petróleo, que estão avaliadas em cerca de $1,7 \times 10^{22}$ J, valor correspondente à energia entregue pelo sol em um dia e meio. A energia entregue pelo sol, por hora, corresponde à energia usada nas actividades humanas em um ano, que são cerca de $4,6 \times 10^{20}$ J [13].

Relativamente à disponibilidade do sol, a energia solar é a energia renovável mais adequada para utilização neste projecto, a nível social visto que apenas quando existe sol e bom tempo é que as pessoas se deslocam até à praia. Em todos os outros casos, a disponibilidade de energia não está directamente relacionada com a vontade das pessoas se deslocarem à praia e aproveitarem um dia de sol. Infelizmente, nem tudo depende de nós ou do clima, existindo a possibilidade de avaria, nuvens, etc., há a necessidade de recorrer a um plano de contingência de energia eléctrica. Plano esse que englobará um gerador eléctrico, com a potência eléctrica semelhante às necessidades que serão calculadas.

O caso de estudo, denominado CoolSpot sofreu muitas alterações desde a ideia inicial, até à sua concepção e projecção. O projecto pretende conjugar energia fotovoltaica, que alimenta todas as necessidades eléctricas da instalação, e o ciclo frigorífico, que tem como objectivo permutar calor para que a temperatura dentro dos cacifos esteja de acordo com o que será definido no decorrer do presente capítulo.

Nas figuras seguintes é possível observar a evolução da concepção visual da instalação. Inicialmente foi desenvolvido numa plataforma *online*, uma estrutura com base na ideia de fornecer aos utentes, não só um espaço individual para armazenar os seus pertences e alimentos frescos, mas também um lugar onde fosse possível estar e descansar. Na figura 4.1, não existe ainda o conceito de painéis fotovoltaicos e da auto-sustentabilidade.

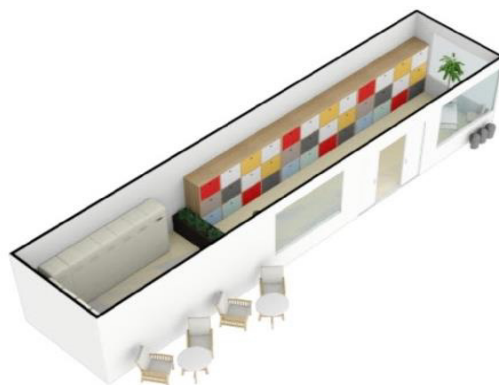


Figura 4.1 - CoolSpot 1

A fase seguinte foi criar um conceito que englobasse tanto os painéis fotovoltaicos como a instalação onde se localizam os cacifos refrigerados. Surgiu assim o primeiro esboço do projecto demonstrado na figura 4.2.

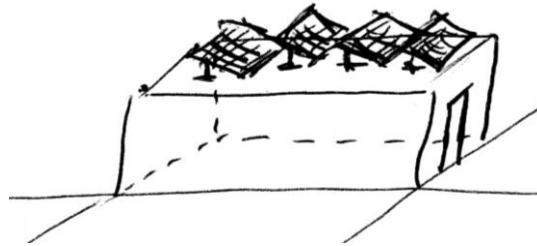


Figura 4.2 - CoolSpot 2

Com o desenvolvimento do estado de arte e com as novas tecnologias de vidro fotovoltaico a emergir, foi estruturado e pensado um novo conceito, figura 4.3, que tornasse a instalação de certa forma mais apelativa.

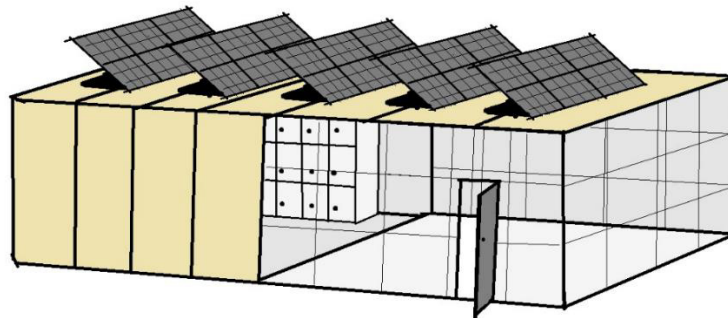


Figura 4.3 - CoolSpot 3

Infelizmente, verificou-se que os vidros fotovoltaicos, apesar do *design*, têm uma eficiência demasiado baixa e ainda têm muito que evoluir. Devido a estas razões, esta tecnologia não foi considerada. Paralelamente, com os avanços nos estudos, chegou-se à conclusão que o tecto da instalação não era suficiente para suportar todos os módulos necessários de forma a não projectarem sombra uns nos outros. Com isto, desenvolveu-se um esboço com uma superfície maior para que fosse possível suportar mais painéis fotovoltaicos, figura 4.4.

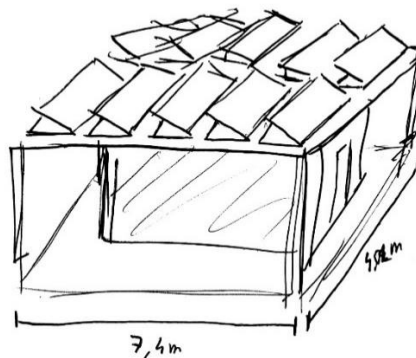


Figura 4.4 - CoolSpot 4

Com a necessidade de reduzir o espaço de ocupação da instalação, foi desenvolvida outra ideia, que acabou por ser a final. Optou-se por alinhar todos os painéis num único plano para não criar zonas de sombra e com um ângulo de maximização de eficiência.

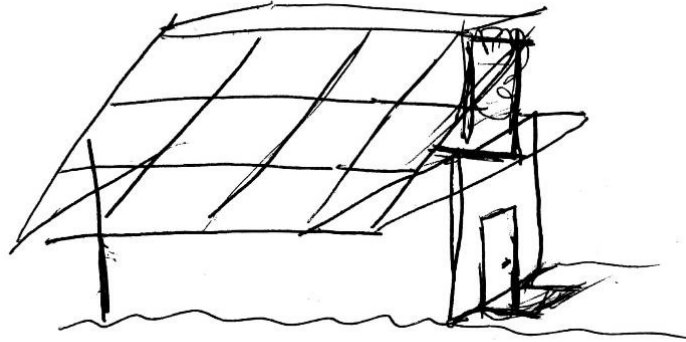


Figura 4.5 - CoolSpot 5

Com o desenvolvimento do conceito anteriormente referido na figura 4.5, a nível informático obteve-se a versão final do projecto, figura 4.6, com as dimensões correctas a nível técnico.

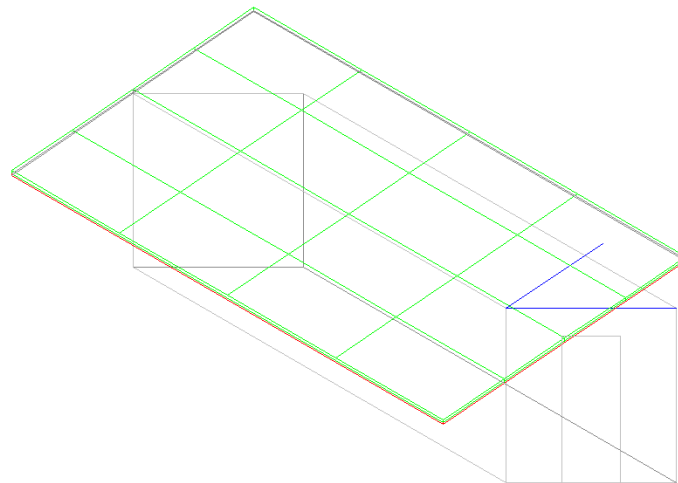


Figura 4.6 - CoolSpot 6

Antes de se iniciar o dimensionamento do projecto, há que pré-estabelecer algumas bases. Existem três incógnitas sobre as quais se irá desenvolver o projecto e todas dependem umas das outras. Sendo elas:

- Dimensões da estrutura/espaco onde estão os cacifos;
- Número de cacifos;
- Número de módulos fotovoltaicos.

Para ultrapassar esta barreira, começou-se por pré-estabelecer as dimensões da estrutura exterior. Pré-estabeleceram-se as dimensões da estrutura exterior devido ao facto de uma

das premissas do projecto ser que esta seja móvel, que possa ser transportado facilmente entre praias e espaços de lazer. Nada mais *standard* que um contentor marítimo. Existem dois tamanhos mais comuns de contentores marítimos:

1. Contentor de 20 pés – Dimensões exteriores: 6,06 m de comprimento, 2,44 m de largura e 2,59 m de altura;
2. Contentor de 40 pés – Dimensões exteriores: 12,19 m de comprimento, 2,44 m de largura e 2,59 m de altura.

Escolheu-se o contentor de 20 pés por causa do seu preço, facilidade de transporte face ao de 40 pés e especialmente devido ao possível impacto visual na praia.

Paralelamente foram feitos inúmeros estudos relativamente à dimensão de cada cacifo individual. Inicialmente foram feitos os cálculos tendo como base os produtos típicos a refrigerar, nos locais onde poderá existir a utilização destes cacifos. Raramente existirá recipiente maior que uma garrafa de água de 1,5 L. O seu tamanho é cerca de 310 mm de altura e, para se poder ter alguma margem de manobra, escolheu-se a dimensão de 400 mm. Optando-se por cacifos com 400 mm de altura, 400 mm de profundidade e 400 mm de largura. Com o espaço interior de um contentor marítimo de 20 pés, como foi seleccionado, admitiu-se a um valor total de 96 cacifos, divididos em dois armários, um de cada lado do contentor, no seu comprimento.

Mais tarde, chegou-se à conclusão que metade de um cacifo daria perfeitamente para armazenar os ingredientes de uma lancheira “tipo” com garrafas de 1,5 L deitadas. Com esta configuração foi possível duplicar os cacifos e inerentemente a isso, aumentar as capacidades de retorno financeiras e disponibilidade para cada utilizador. Ficou, então, seleccionado um cacifo típico com as características enunciadas na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Dados de Projecto

Dimensões cacifo	Largura (mm)	40
	Comprimento (mm)	40
	Altura (mm)	20
Nº de cacifos refrigerados no contentor		192
Temperatura conservação (°C)		5

Relativamente aos alimentos a armazenar e analisados em projectos, com algumas opiniões e questionários a amigos e familiares chegou-se a uma lancheira denominada de “típica” que será utilizada como base de dimensionamento de todo o circuito frigorífico. Esta lancheira é descrita na tabela 4.2, enunciada de seguida:

Tabela 4.2 - Características Lancheira "típica"

#	Componente	Quantidade	Peso [kg]	Calor específico [kJ/kg °C]
1	Água	1	1,5	4,19
2	Frango	4	0,1	3,35
3	Pão	4	0,05	3,1
4	Maionese	4	0,01	2,68
5	Alface	8	0,008	4,02
6	Cerveja	2	0,36	3,85
7	logurte	2	0,16	3,86
8	Pêssego	4	0,18	3,64

Com o tamanho dos cacifos definidos, foi estudada a organização que maximizasse o espaço disponível em termos de número de cacifos, área técnica e espaço para os utentes.

Chegou-se à configuração demonstrada na figura 4.7. Com esta configuração, é possível fornecer algum espaço aos utentes, maximizar o número de cacifos e por fim estabelecer uma área técnica para os componentes do projecto.

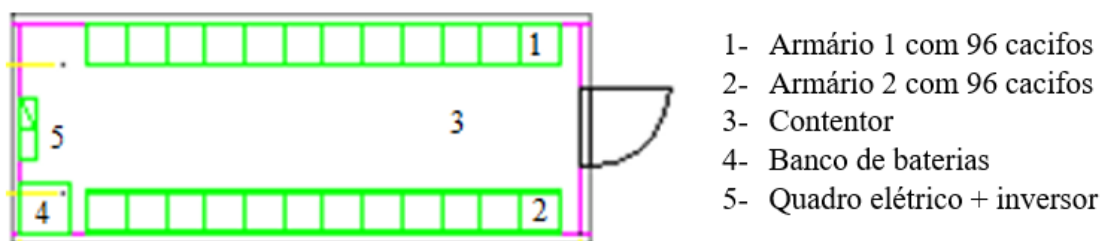


Figura 4.7 - Disposição interior do projecto

Após o contacto com algumas das principais empresas da área de refrigeração industrial, como a Centauro® e a Mafiol, e inúmeros esquiços foi definido como seria a configuração de cada armário de 96 cacifos. Para otimizar o circuito frigorífico da instalação estudou-se uma solução que permitisse a interligação interna entre todos os cacifos de cada armário.

Foi necessário ter em conta todas as possíveis localizações da instalação, em termos de ambiente onde está inserido, para prevenir todo e qualquer contacto dos componentes com as intempéries exteriores que os envolve como a areia, o pó, entre outros. Com esta premissa em mente e a necessidade de interligação interna foi definida a configuração dos armários frigoríficos, como demonstrado na figura 4.8.

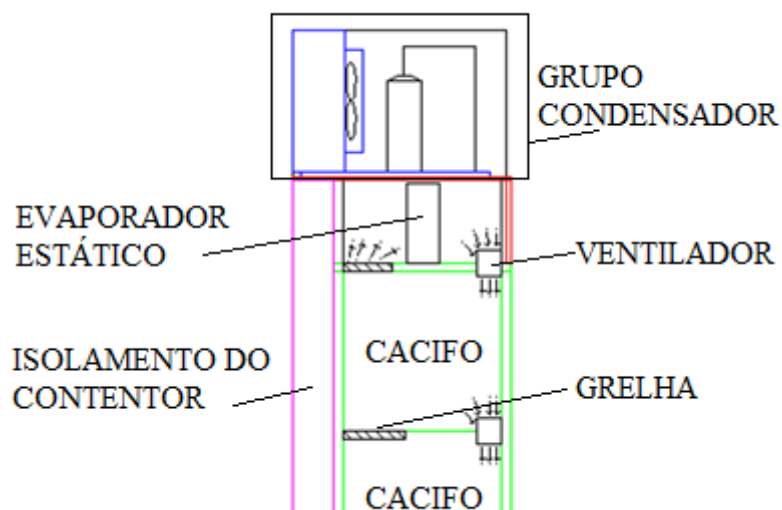


Figura 4.8 - Corte de Armário de Cacifos

A configuração com ventiladores tangenciais e grelhas lineares permite, desta forma, fazer circular o ar no seu interior para maximizar a mistura do ar climatizado com o restante, otimizando as trocas por convecção. Permite ainda criar uma espécie de cortina de ar na abertura do cacifo, evitando que o ar no seu interior se misture com o ar exterior a temperaturas mais altas. A variação de alimentos a climatizar e cada cacifo e a abertura e fecho dos mesmos vai variar as potências frigoríficas de cada cacifo. Estando estes todos ligados entre si, com os ventiladores instalados de forma a maximizar a homogeneização do ar interior e a localização estudada de vários termostatos, é possível garantir esta temperatura de armazenamento seleccionada.

4.2. Balanço Térmico

Inicia-se o dimensionamento do projecto propriamente dito com o cálculo da envolvente da instalação, nomeadamente dos factores que influenciam a temperatura exterior aos cacifos refrigerados, por outras palavras, os factores que influenciam a temperatura no interior do contentor. Existe calor que se propaga através do isolamento do contentor, calor emitido pelos utentes e pelos equipamentos. Para contrariar essa situação e arrefecer o ar interior calculam-se todas as fontes internas e externas de calor para que se possa dimensionar um ar condicionado mural que será responsável por arrefecer o espaço referido.

O isolamento é o factor mais importante no consumo energético de uma instalação de conservação, tanto pela sua influência em relação à entrada de calor no ambiente a refrigerar como pela dificuldade que existe em modificá-lo após a sua construção [33]. Como principais funções, o isolamento tem [1]:

- Prevenir ou reduzir a condensação nos sistemas de refrigeração ou ar condicionado;

- Reduzir e minimizar as perdas ou ganhos de calor, contribuindo para a conservação de energia e melhorar a eficiência energética do sistema;
- Controlar e manter em níveis aceitáveis a temperatura das superfícies de modo a garantir a segurança e protecção das pessoas e equipamentos;
- Também permite a protecção das redes nas áreas técnicas, evitando acidentes que possam danificar a instalação.

De realçar que o material de isolamento tem inúmeras aplicações dependendo da forma como é fabricado. Tem aplicações a nível de colchões, estofos para carros, calçado, espumas moldadas, revestimentos, adesivos, construção e isolante.

A forma de garantir a melhor eficiência possível e menor perda de calor é através da aplicação de um bom isolamento, entre a instalação e o exterior.

Na refrigeração são fabricados painéis tipo sanduiche onde o poliuretano é injectado entre dois painéis metálicos e, onde posteriormente expande, criando uma espuma sólida com grandes capacidades isolantes. Os componentes químicos utilizados para a criação do poliuretano são o Polioli e o Isocianato. Cada empresa utiliza mais um reagente “secreto” para formar o seu painel.

As características técnicas gerais dos painéis de poliuretano são os que se encontram listados na Tabela 4.3 [34]. Estes valores podem variar ligeiramente dependendo da empresa que os fabrica.

Tabela 4.3 - Características do Poliuretano [34]

Massa específica, μ (kg/m³) tolerância de ± 5 kg/m³								40
Condutividade térmica, λ (W/m°C)								0,023
Espessura painel (mm)	60	75	100	120	150	180	200	
U_m (W/m²°C)	0,38	0,31	0,23	0,19	0,15	0,13	0,12	

Inicia-se o desenvolvimento do balanço térmico com o cálculo térmico das transferências de calor do exterior para o interior da infra-estrutura. O espaço contempla um revestimento em metal, o contentor propriamente dito, e o isolamento em poliuretano, no seu interior. É possível verificar na figura 4.9 a transmissão de calor por condução do exterior para dentro do contentor.

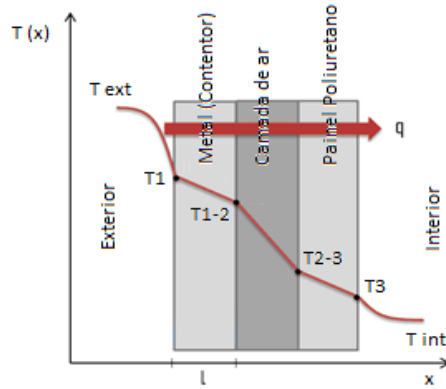


Figura 4.9 - Transmissão de calor por condução [35]

O fluxo de calor, q , que o atravessa pode ser calculado através da equação 4.1 [35].

$$q = \frac{T_{ext} - T_{int}}{\frac{1}{h_{ext}} + \frac{L_{metal}}{k_{metal}} + \frac{L_{ar}}{k_{ar}} + \frac{L_{poli}}{k_{poli}} + \frac{1}{h_{int}}} \quad (4.1)$$

Onde:

- q – Fluxo de calor [W/m^2]
- T_{ext} – Temperatura ar exterior [$^{\circ}C$]
- T_{int} – Temperatura ar interior [$^{\circ}C$]
- h_{ext} – Coeficiente de Convecção do ar exterior [$W/m^2^{\circ}C$]
- h_{int} – Coeficiente de Convecção do ar exterior [$W/m^2^{\circ}C$]
- L_{metal} – Espessura do metal
- L_{ar} – Espessura da camada de ar
- L_{poli} – Espessura do poliuretano
- k_{metal} – Coeficiente de Condutividade do metal [$W/m^{\circ}C$]
- k_{ar} – Coeficiente de condutividade do ar [$W/m^{\circ}C$]
- k_{ar} – Coeficiente de condutividade do poliuretano [$W/m^{\circ}C$]

Para se efectuarem os cálculos, é importante referir os fluxos de calor pretendidos, que se classificam segundo a tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Fluxos e qualidades de isolamento, adaptado [32].

Isolamento	q [W/m^2]
Excelente	9,30
Bom	11,63
Aceitável	13,96
Regular	17,45
Mau	> 17,45

Tendo em conta um tipo de localização exterior, por exemplo na praia ou num descampado de um festival, o tipo de isolamento terá que ser excelente, de modo a conseguir combater as condições mais desfavoráveis.

Admitindo que, em situação extrema, T_{ext} é 50°C , tendo em conta a soma de 10°C devido à exposição solar, T_{int} é 24°C para prevenir que exista uma grande diferença entre a temperatura no interior do contentor e no interior dos cacifos, h_{ext} é $17,4 \text{ W/m}^2\text{C}$ para velocidade do ar iguais a 12km/h , h_{int} é $8,0 \text{ W/m}^2\text{C}$ para ar em repouso, L_{metal} é $0,016\text{m}$, k_{metal} é $52 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, L_{ar} é $0,01\text{m}$, k_{ar} é $0,023 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, K_{poli} é $0,023 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, é finalmente possível calcular a espessura mínima de isolamento para atingir um fluxo de calor do exterior para o interior de acordo com o pretendido. Substituindo os valores apresentados na equação 4.3, obtém-se um valor de espessura do poliuretano de $0,0968 \text{ m}$.

Para garantir apenas um fluxo de calor de $9,3 \text{ W/m}^2$, o isolamento necessário é de $96,8 \text{ mm}$ de espessura. A dimensão de isolamento obtida não é *standard*. Neste sentido, e sem prejuízo do fluxo de calor optou-se por seleccionar o isolamento com uma espessura de 100 mm . Utilizando a equação 4.3 para esta espessura, obtém-se um fluxo de calor de cerca de $9,06 \text{ W/m}^2$.

Sabendo que a área de contacto do contentor com o exterior é de $73,64 \text{ m}^2$, calcula-se a transferência total de calor que atravessa do exterior para dentro do contentor, através da equação 4.4.

$$q_{total} = 73,64 * 9,06 = 667,18 \text{ W} \quad (4.2)$$

É possível observar as principais características técnicas do painel de poliuretano seleccionado no Anexo 5.

Para se dimensionar um sistema de iluminação é necessário calcular a iluminância para as tarefas desempenhadas. Segundo a Norma Europeia 12464-1, para o armazenamento de produtos alimentares o número de lux considerado é de 300 lumens/m^2 . É importante saber que independentemente da potência da iluminação escolhida, o número de lux pode variar consoante a luminária escolhida, sabendo que corresponde à unidade de iluminação, densidade da intensidade luminosa ou iluminância.

Através da equação 4.3 é possível calcular o número de lumens necessários no espaço.

$$Lumens = lux * A \quad (4.3)$$

Sabendo que a área útil no interior do contentor é de $7,41 \text{ m}^2$ e através da equação 4.5, obtém-se 2223 lumens .

Como é um espaço aberto ao público, optou-se por uma relação de 10 W/m^2 com 6 lâmpadas LED para uma distribuição homogénea de luz para a área útil $7,41 \text{ m}^2$ [36]. Tem-se, portanto, um total de 74 W em lâmpadas, para iluminação do espaço. Dividindo

este resultado de 74 W pelo número de lâmpadas, 6, obtêm-se 12,5 W por lâmpada escolhida [37]. Para mais informações técnicas relativamente às lâmpadas seleccionadas, consultar Anexo 6.

De seguida, efectua-se o cálculo da carga térmica sensível libertada pelo calor humano. Segundo os *standards* da ASHRAE, uma actividade sedentária, com alguma margem de erro, liberta cerca de 100 W de calor sensível e 80 W de calor latente, por pessoa. Considerando uma média de 5 pessoas no espaço, obtém se um total de 900 W de carga térmica total libertada através do calor humano.

O cálculo da carga térmica no interior do contentor, é feito através da soma de todas as cargas térmicas calculadas anteriormente, Transferências de calor do exterior para o interior, Iluminação, Calor sensível humano e por fim, adiciona-se uma margem de segurança de 20%, resumidamente inserido na tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Quadro Resumo Cargas Térmicas

Carga Térmica	Potência [W]
Transferência Calor	667
Iluminação	74
Calor humano	900
Margem de segurança de 20%	328
Total	1969,2

Analisando alguns catálogos de marcas de referência de equipamentos de ar condicionado como a Mitsubishi Electric ou a Daikin, é possível constatar que as potências térmicas mais baixas, comercializadas, são de cerca de 2,0 - 2,5 k, sempre superior às 1,97 kW, calculadas.

Optou-se por um equipamento representado por uma empresa nacional, a ARL – Refrigeração e Ar Condicionado, escolheu-se um Ar Condicionado Mural da marca *AIRWELL*. A opção mais baixa encontrada nesta marca é de 2,6 kW, o que é significativamente maior, garantindo que supera todas as necessidades previamente referidas na tabela 4.5.

Para mais informações técnicas sobre o A/C seleccionado, consultar o Anexo 7.

4.3. Fluido Frigorígeno

Antes de se iniciar a selecção dos componentes é necessário optar por um tipo de refrigerante a utilizar. É essencial esta selecção pois todos os componentes do circuito frigorífico vão depender do refrigerante escolhido. Inicia-se com o cálculo da temperatura de evaporação do sistema. A temperatura de evaporação é a diferença entre a temperatura pretendida na instalação e as temperaturas de perdas nas linhas e a diferença de temperaturas associadas à refrigeração, ΔT , como se pode verificar na equação 4.6.

Consoante o tipo de aplicação o ΔT do fluído varia. Após muitos anos de estudo e experiências no terreno, verificou-se que o ΔT varia consoante o tipo de alimento a refrigerar/congelar/climatizar [38]. Através da tabela 4.6 é possível verificar as diferentes aplicações e respectivos ΔT apropriados.

Tabela 4.6 - Diferenças de Temperatura, ΔT , consoante Aplicação

Aplicação	Congelados	Refrigerados	Climas
Temperatura Internas [°C]	-18 a -25	0 a 2	10 a 12
ΔT [°C]	5	5 – Fruta/Legumes/Peixe 6 – Restante 7 - Bacalhau	10

Com base na tabela 4.6, a diferença de temperatura utilizada é de 6 °C, não só devido à possibilidade do evaporador congelar e condensar as partículas de água que tocam na superfície do mesmo, mas também para aumentar a sua eficiência. [38].

$$T_{evap} = 5 - 6 - 2 = -3^{\circ}\text{C} \approx -5^{\circ}\text{C} \quad (4.4)$$

Esta temperatura de evaporação é utilizada para escolher um compressor/condensador e por sua vez o evaporador e válvula de expansão directa, capazes de atingir as capacidades frigoríficas calculadas.

Não serão utilizados neste projecto refrigerantes considerados inflamáveis, o que neste caso é bastante negativo. Sendo uma instalação relativamente grande, quando comparada com a de um simples frigorífico, e dado a sua localização e temperaturas elevadas do ambiente envolvente, optou-se por deixar esta solução de fora. A nível de tipos possíveis de fluído a utilizar, para esta gama de temperaturas calculadas, existem o R227 e o R134, como é possível verificar na figura 3.2 do capítulo 3.2.2. Visto que o refrigerante R227 é bastante menos comum e caro, seleccionou-se o gás R134a. É um refrigerante que se comporta de forma estável às pressões e temperaturas de funcionamento pretendidas de modo a que a sua eficiência não se altere e não traga danos à instalação, pessoas e bens. Também foi considerada a característica relativa ao *GWP*, por ter valores mais baixos e por fim o preço que não permite que algumas opções sejam viáveis.

Como o CoolSpot pretende ser um projecto inovador e amigo/respeitador do ambiente, decidiu-se não escolher o R134a, por ser um gás fluorado e prejudicial ao ambiente, mas sim pelo seu sucessor, o R1234ze [39], [40]. Note-se que sempre que não seja possível efectuar algum cálculo com este novo gás, o mesmo é feito com R134a, visto que são gases muito semelhantes em termos de características e eficiências.

O R1234ze é um refrigerante com grau zero de destruição da camada de ozono e, ao contrário do R134 (*GWP*=1430), tem um *GWP* quase nulo de 6, desenvolvido para cumprir a Directiva Europeia F-Gás para a eliminação progressiva dos refrigerantes com um alto potencial de aquecimento global no sector do Ar Condicionado Móvel (MAC). O R1234ze apresenta prestações de funcionamento parecidas com as do HFC-134a e tem

a virtude de substituir o HFC-134a em todas as aplicações onde se aceite uma ligeira inflamabilidade, como se pode ver na garrafa ilustrada na figura 4.10.



Figura 4.10 - Garrafa R1234ze [40]

Como o refrigerante R1234ze, ainda se trata de um gás relativamente recente, não existem ainda componentes específicos para o mesmo. Como tal, é de referir que o R1234ze tem comportamentos semelhantes ao R134a e por essa razão, sempre que existir necessidade, os equipamentos serão seleccionados como se tratasse do gás R134a.

Apesar de ser um gás de substituição praticamente *drop-in*, por outras palavras, quando existe a necessidade de mudar o fluído de uma instalação, basta retirar o fluído existente na instalação e trocar para o R1234ze. Segundo a “A-GAS Europa”, este novo fluído, quando utilizado para substituir o R134a, tem cerca de 20% menos de capacidade frigorífica. Ponto que é comprovado pelo estudo mas apenas quando é feita a substituição do R134a para o R1234ze numa instalação [41]. Em novos equipamentos o rendimento é sensivelmente igual e por isso não existe um erro significativo que esteja associado ao dimensionamento de equipamentos para R134a e não R1234ze [41]. Aquando do dimensionamento dos componentes de frio, é necessário ter em conta este incremento de 20% para fazer jus à potência calculada.

Para mais informação, relativamente ao refrigerante escolhido, é possível observar a ficha de segurança no Anexo 8.

4.4. Potência Frigorífica

Com o balanço térmico calculado e o fluído frigorigéneo escolhido, inicia-se o processo de selecção dos restantes componentes do sistema de refrigeração.

Em relação ao circuito frigorífico, começa-se por calcular a potência frigorífica que é necessária vencer no espaço pré-definido, o cacifo. A potência calorífica do espaço em questão contempla os alimentos a conservar, as transferências de calor através das aberturas e fechos de portas dos cacifos e as transferências por condução através das paredes de cada cacifo. Os dados do projecto estão inseridos na tabela 4.7 e é através destes que se irão desenvolver as contas iniciais.

Tabela 4.7 - Dados de Projecto para o cacifo

Refrigerante	R1234ze
Temperatura conservação (°C)	5
Temperatura ambiente (°C)	24
Temperatura Evaporação (°C)	-5
Temperatura Condensação (°C)	45
Tempo de Processo [s]	12 600

A temperatura de conservação utilizada teve como base o frigorífico doméstico e as temperaturas de conservação positivas [38]. A temperatura no interior do contentor foi calculada previamente no capítulo 4.2. As temperaturas de evaporação e condensação seleccionada têm em conta as características utilizadas no desenvolvimento da secção 4.2. O tempo de processo, por outras palavras, o tempo máximo que um alimento demora a chegar à temperatura pretendida foi seleccionado tendo em conta o possível tempo de utilização do cacifo por parte do utente.

Para aumentar a fiabilidade dos resultados, foram utilizados três métodos diferentes:

- Método A - Cálculo Analítico
- Método B – Software Danfoss®
- Método C – Software Centauro®

Em ambos os casos foram utilizados os dados de projecto da tabela 4.7 e as configurações das figuras 4.7 e 4.8.

Método A - Cálculo Analítico

No método analítico é calculada a potência de refrigeração necessária para suprimir as necessidades de projecto através das equações termodinâmicas. É através dos dados de projecto enunciados na tabela 4.2 e nas características típicas da lancheira, enunciadas na tabela 4.1, que é efectuado este cálculo.

Sabendo que a energia necessária para arrefecer um determinado número de graus (ΔT) um alimento típico, com um calor específico característico e com uma quantidade, m , é dada pela equação 4.5.

$$E = Ce * \Delta T * m \quad (4.5)$$

Onde:

E – Energia [kJ]

Ce – Calor específico [kJ/kg°C]

ΔT – Diferença de temperatura [°C]

m – Massa [kg]

Com base na equação, previamente descrita, 4.5, é possível calcular as potências respectivas de cada alimento que faz parte da lancheira típica, enunciada anteriormente na tabela 4.2, como é possível ver na tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Necessidades Caloríficas Lancheira "tipo"

Componente	Qt. [unid]	Peso [kg]	C.específico [kJ/kg°C]	ΔT [°C]	Calor [J]	Tempo [s]	Potencia [W]
Água	1	1,500	4,19	5	31425	12600	2,494
Frango	4	0,100	3,35	5	6700	12600	0,532
Pão	4	0,050	3,1	5	3100	12600	0,246
Maionese	4	0,010	2,68	5	536	12600	0,043
Alface	8	0,008	4,02	5	1286	12600	0,102
Cerveja	2	0,360	3,85	5	13860	12600	1,100
logurte	2	0,160	3,86	5	6176	12600	0,490
Pêssego	4	0,180	3,64	5	13104	12600	1,040
TOTAL							6,047

Obteve-se um valor final de 6,047 W de potência frigorífica por cacifo. Multiplicando o cacifo típico pelo número total de cacifos, 192 e com uma margem de segurança de 20 %, assumindo que nem todos os cacifos contêm os mesmos alimentos, obtém-se um valor de 1393,14 W.

À semelhança do cálculo das transferências de calor executadas no subcapítulo 4.2, é necessário calcular as transferências de calor que passam do interior do contentor, para o interior do cacifo. À semelhança do cálculo anterior, tem-se, a T_{ext} , que neste caso é a temperatura dentro do contentor, 24 °C, a T_{int} , que é a temperatura prevista dentro de cada cacifo, igual a 5 °C, sendo h_{ext} e h_{int} igual a 8,0 W/m°C, a L_{poli} igual a 0,02 m e k_{poli} igual a 0,023 W/m°C. Com a equação 4.3, obtém-se:

$$q = \frac{24 - 5}{\frac{1}{8,0} + \frac{0,02}{0,023} + \frac{1}{8,0}} \quad (4.6)$$

$$q = 16,97 \text{ W/m}^2 \quad (4.7)$$

Onde:

q – Fluxo de calor [W/ m²]

Sabendo que a área de contacto da área exterior dos dois armários de cacifos com o ar do interior do contentor é cerca de 41 m², tem-se cerca de 695,77 W de calor que entram para dentro dos cacifos e é preciso ter em conta para o dimensionamento do circuito de frio.

A transferência total de calor calculado é adicionada à carga térmica calcula previamente, tabela 4.8, perfazendo um total de:

$$P = 695,77 + 1393,14 = 2088,91 \text{ W} \quad (4.8)$$

Obtém-se, de forma analítica, uma carga térmica de 2088,91 W para todos os 192 cacifos.

Método B - Software Danfoss®

No segundo método, recorre-se ao *software* da *Danfoss*®, uma das maiores empresas de refrigeração do mundo [42]. Para tal é necessário preencher todos os dados necessários ao seu funcionamento como indicado na figura 4.11. É possível ver detalhadamente estes passos no Anexo 9.



Figura 4.11 - Dados de projecto Software Danfoss [42]

Obeve-se uma potência calorífica de 1772 W.

O resultado obtido através de software foi semelhante ao resultado obtido no método A, embora não tenha sido possível caracterizar o projecto da melhor forma possível. Exemplo de dados que não foram possíveis caracterizar foram o tipo de produtos a climatizar e o seu calor específico. No primeiro método, verifica-se que os alimentos a armazenar, com o respectivo calor específico e quantidade, são cerca de 55% da carga total, o que correspondem a uma fatia considerável.

Método C – Software Centauro®

O terceiro método considerado é desenvolvido através de um *software* de dimensionamento de evaporadores, da empresa *Centauro*® *Internacional*. Para tal, foi

necessário preencher todos os dados necessários ao seu funcionamento como indicado na tabela 4.9. É possível ver todos os passos executados no Anexo 10.

Tabela 4.9 - Dados inseridos no Software

V [m³]	6,14
T_{ext} [°C]	24
T_{int} [°C]	5
$T_{máxima\ dos\ alimentos}$ [°C]	10
Tipo Isolamento	Poliuretano – 40 kg/m ³
L_{poli} [m]	0,010
Quantidade alimentos [Kg/m²]	151,55
Produto a armazenar	Diversos
Pessoa [unid]	1
Tempo por pessoa [h]	0,1
Máquinas [unid]	0
Iluminação [kW]	10,8
ΔT_{evap}[K]	6
Número de evaporadores [unid]	1
Tempo descongelação [h]	0
Tempo ciclo refrigeração [h]	8
Margem segurança [%]	10

Obteve-se um valor de 2001,08 W de potência calorífica, que mais uma vez corresponde a um valor relativamente semelhante aos previamente calculados. No entanto, tal como no método anterior, não é possível manipular todos os dados para adaptar ao máximo as características às de projecto. A diferença de capacidade frigorífica varia devido a diferentes aspectos como:

- Calor específico utilizado pelo programa para “diversos”;
- Número de pessoas dentro do espaço refrigerado (cacifo), que não se aplica no projecto, mas, no entanto, não é possível retirar para o cálculo;
- O valor mínimo da iluminação permitido pelo software é de 10,8kW, não tendo sido possível alterar;
- Por serem cacifos, não existem pessoas dentro dos mesmos e tal não foi possível caracterizar;

Com os três métodos efectuados, opta-se pelo que foi possível caracterizar da melhor forma o projecto, de modo a aproximar os cálculos à realidade e garantir o seu melhor funcionamento. Após a análise feita dos três métodos e dos resultados obtidos, enunciados

na tabela 4.10, optou-se por adoptar o primeiro método devido a sua proximidade com a realidade.

Tabela 4.10 - Resultados dos três métodos

Potência calorífica [W]	
Método A - Cálculo Analítico	2088,91
Método B – Software Danfoss	1772,00
Método C – Software Centauro	2001,08

A questão que se coloca neste momento é se será necessário apenas um circuito para os cacifos todos. Essa escolha promove a eficiência máxima dos equipamentos do circuito?

Sabe-se que quantos mais forem os circuitos, melhor será a eficiência, a sua estabilidade e homogeneidade de temperaturas dentro dos cacifos [43]. Por outro lado, o preço, o espaço ocupado, o calor libertado e o consumo aumentam com o número de circuitos.

Então, que decisão se deve tomar e porquê?

O contentor vai ter ar climatizado no seu interior e o próprio grupo condensador expulsa o calor do compressor para o exterior e por isso, podemos considerar o calor libertado, pelos grupos condensadores e os restantes componentes desprezáveis.

O espaço é limitado e por isso, uma quantidade elevada de grupos condensadores é inexequível. Sabendo que a potência total para os 192 cacifos é de 1651,43 W, em cada armário de 96 cacifos, como é demonstrado na figura 4.7, tem-se uma potência calorífica a vencer de 825,7 W.

No capítulo seguinte, será estudada a possibilidade de se seleccionar dois ou três grupos condensadores por cada armário de 96 cacifos, salientando as suas principais consequências.

4.4.1.1. Grupo Condensador

Na selecção do grupo condensador é muito importante ter em conta a característica que mais influencia o consumo de cada equipamento, o coeficiente de desempenho, COP, o coeficiente entre a energia consumida e a energia produzida. Relaciona a energia eléctrica de consumo com a energia termodinâmica de produção. Para uma dada quantidade de energia eléctrica consumida o grupo condensador conseguirá produzir mais energia térmica consoante o seu valor do COP. Quanto maior for este valor, mais capacidade de refrigeração terá, para a mesma unidade de energia consumida. É possível calcular o COP através da equação 4.9, demonstrada de seguida.

$$COP = \frac{Pp}{Pco} \quad (4.9)$$

Onde:

COP – Coeficiente de desempenho

Pp – Potência calorífica produzida [W]

Pco – Potência de consumo [W]

Admitindo apenas um armário de 96 cacifos, como referenciado no capítulo de apresentação do projecto, e analisando as principais empresas que comercializam compressores/grupos condensadores, obteve-se a tabela 4.11, onde se pode observar as capacidades caloríficas, COP's e consumos.

Foi estudada a hipótese de alimentar cada armário com dois ou três sistemas de refrigeração, estudando a sua viabilidade consoante o consumo eléctrico e a sua capacidade de produção de energia térmica, o COP.

Tabela 4.11- Características dos Grupos Condensadores

Nº Circuitos	Cap. Necessária [W]	Cap. Unit. [W]	Grupo Cond.	COP	Consumo Eléct. [W]
GRUPO SECOP					
2	522,3	558	CUFR11G0000CE	1,57	355,4
3	348,2	335	CUFR6G00000CE	1,78	188,2
GRUPO HUAYI					
2	522,3	533	CGL90TB_N	2,18	244,5
3	348,2	361	CGL60TB_N	2,06	175,3
GRUPO EMBRACO					
2	522,3	553	UEMT6170Z	1,93	286,5
3	348,2	376	UEMT6144Z	1,97	190,7

Partindo do princípio de que todos os grupos condensadores seleccionados são capazes de produzir as necessidades previstas, analisando o COP de cada grupo condensador, para obter o menor consumo eléctrico possível, escolheu-se o grupo da Cubigel-Huayi, CGL90TB. O grupo condensador escolhido inclui depósito de líquido e as características enumeradas na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 - Características técnicas Grupo Condensadores Seleccionado

Versão	Depósito Líquido [l]	Válvula Sucção [in]	Válvula Descarga [in]	Peso [kg]	Dim. (C x L x Alt) [mm]
3P	0,9	3/8	1/4	19,6	340x425x235

A versão seleccionada, 3P, contempla válvula de serviço, depósito líquido e pressostato.

Ao dimensionar os restantes componentes, é importante ter em conta as dimensões dos diâmetros das linhas de sucção e descarga do grupo condensador. Usualmente, apesar de

grande parte dos componentes do sistema venham a ser de dimensão 1/4, opta-se por seleccionar tubagem 3/8. Isto deve-se ao facto principal de evitar possíveis estrangulamentos nas linhas e evitar que seja necessário alterar o circuito. De notar que isto é possível dado à pequena diferença de diâmetro, neste caso estamos a fazer de 6,35 mm para 9,52 mm. Desta forma garante-se o bom funcionamento e previne-se eventuais problemas de mau funcionamento devido ao estrangulamento.

Para mais informações técnicas relativamente ao grupo condensador seleccionado, consultar Anexo 11.

4.4.1.2. Evaporador

Tal como nos frigoríficos domésticos, os evaporadores utilizados, são os evaporadores estáticos. Nestes, a troca de calor entre o ar no interior do cacifo e a superfície do evaporador se dá através do efeito de convecção, onde o ar quente sobe e o ar frio desce. Ao subir, este ar irá entrar em contacto com o evaporador que está localizado por cima do último cacifo. Os cacifos estão todos ligados entre si através de grelhas, como é possível ver na figura 4.8, por onde passa o ar, com a ajuda de ventiladores que serão seleccionados no seguimento do trabalho.

Em relação à selecção do evaporador, sabe-se que tem que ter uma capacidade térmica semelhante à do grupo condensador escolhido, cerca de 533 W, enunciado na tabela 4.11. O calor absorvido dentro do espaço a climatizar tem que ser libertado no condensador e o mesmo terá que ter essa capacidade. Habitualmente ainda se seleccionam grupos condensadores com uma potência ligeiramente maior por causa dos ganhos de calor (quando a funcionar num dia de Verão) nas tubagens do sistema. Nesta fase surge o principal desafio em relação ao evaporador, o espaço disponível. Um espaço que permita a circulação do ar de forma homogénea e que permita a transferência da carga térmica. Após a análise de catálogos de várias empresas e fábricas, chegou-se à conclusão que se iria necessitar de um evaporador especial devido ao facto do espaço necessário não estar dentro dos parâmetros normais para os evaporadores com as mesmas capacidades caloríficas. Para o efeito, foi necessário contactar a *Centauro Internacional*, empresa Nacional situada em Castelo Branco e especializada no fabrico de permutadores de calor. Após o contacto foi possível obter as informações pretendidas sobre o desenvolvimento de um evaporador com as dimensões e a capacidade térmica pretendida.

As condições disponíveis de espaço são 200 mm de largura máxima, 150 mm de altura máxima e 1550 mm de comprimento máximo. Para além das condições anteriormente referidas, é necessária uma secção de tubagem de 3/8" para coincidir com o resto da tubagem.

Para mais informações técnicas relativamente ao evaporador seleccionado, consultar Anexo 12.

4.4.1.3. Ventiladores

Num circuito habitual de refrigeração existem, como dito anteriormente, ventiladores, quer na evaporação, quer na condensação para ajudar o ar a passar nas alhetas e haver uma transferência de calor mais eficiente.

Nos frigoríficos domésticos, não existe ventilador na evaporação. A transferência de calor dá-se segundo as leis da convecção. As leis da convecção explicam como o ar se movimenta de acordo com a sua temperatura e densidade: o ar quente sobe por ser menos denso e o inverso acontece com ar frio.

Posto isto, não existe à partida necessidade de dimensionar ventiladores para os cacifos, como é explicado no 4.2.3.2. Por outro lado, existe uma grande diferença de temperaturas entre o interior do cacifo e o exterior e a constante abertura e fecho de portas o que vai prejudicar, e muito, a capacidade de manter a temperatura dentro dos cacifos. Para que tal não se verifique, dimensionam-se ventiladores de modo a, não só permitir uma transferência de calor mais eficiente com a mistura forçada do ar, mas também para criar uma espécie de cortina de ar dentro do cacifo, à entrada do mesmo. Esta cortina de ar irá prevenir e/ou reduzir a entrada e mistura do ar exterior no compartimento do cacifo, bem como a saída do ar interior, climatizado, diminuindo assim a possibilidade de aquecimento do ar interior.

Os ventiladores foram dimensionados de acordo com dois parâmetros considerados imprescindíveis: Dimensões disponíveis no interior dos cacifos e o consumo.

O tipo de ventilador escolhido foi o tangencial da *ebm-papst*. O modelo seleccionado é o QL4 porque é o único modelo que permite absorver e insuflar verticalmente como é necessário para o projecto. Para além deste facto, ocupa um espaço consideravelmente reduzido em comparação com as outras opções da mesma marca.

Devido ao consumo de cada ventilador, optou-se por instalar apenas 48 ventiladores, 24 em cada armário de cacifos. Nos cacifos superiores (12 ventiladores) e na fila do meio (12 ventiladores) de modo a que o ar possa fluir de forma homogénea e ao mesmo tempo impeça a troca de calor com o exterior quando uma das portas de um cacifo se abre.

Para mais informações técnicas relativamente aos ventiladores seleccionados, consultar um exemplo no Anexo 13.

4.4.1.4. Válvula de Expansão

Para o cálculo da válvula de expansão, temos que garantir os seguintes aspectos [42]:

- Diâmetro da válvula ser o mais semelhante possível ao diâmetro de entrada do evaporador;

- Carga percentual da válvula deve estar entre 75 e 115% para que a pressão do fluido consiga abrir e fechar a válvula e não bloquear o sistema.

Tendo em conta os dados das tabelas 4.7 e 4.13 e através do *software CoolSelector2* da *Danfoss®*, inserem-se os dados nos respectivos espaços solicitados, obtendo as condições de operação, demonstradas na figura 4.12.

Tabela 4.13 - Dados de operação Válvula Expansão

Carga Térmica [W]	T_{evap} [°C]	T_{cond} [°C]	Sobreaquecimento [K]	Subarrefecimento [K]
533	-5	45	15	3

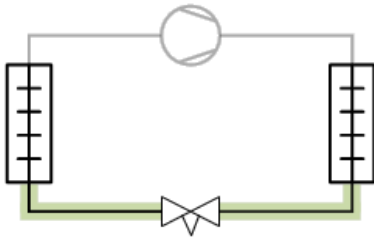
Conforme mencionado anteriormente, é importante referir que, existindo a possibilidade de inserir o refrigerante escolhido, R1234ze, este é utilizado para o respectivo dimensionamento.

Condições de operação

Refrigerante:	R1234ze(E)	Carga térmica:	0,533 kW
Fluxo de massa na linha:	14,09 kg/h	Capacidade de aquecimento:	0,706 kW
Temperatura de evaporação:	-5,0 °C	Temperatura de condensação:	45,0 °C
Pressão de evaporação:	1,794 bar	Pressão de condensação:	8,755 bar
Superaquecimento útil:	15,0 K	Sub-resfriamento:	3,0 K
Superaquecimento adicional:	0 K	Sub-resfriamento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	68,7 °C		


Sistema e linha: Sistema de expansão seco. Linha de líquido

Critérios de seleção: Carga: 100 %. Queda de pressão do distribuidor: 0 bar



Seleção: TGE 10 - 3

Porcentagem de carga na válvula de expansão (11,5%) é menor que a porcentagem de carga mínima (25%) da



Linha de líquido (Sistema de expansão seco. R1234ze(E). TXV).

Seleção: TGE 10 - 3. Porcentagem de carga na válvula de expansão (11,5%) é menor que a porcentagem de carga mínima (25%) da válvula

Selecionado	Tipo	NS	Faixa	Capacidade Nominal [kW]	Capacidade mínima [kW]	Carga [%]	DP [bar]	Velocidade, entrada [m/s]	Resultado
●	TGE 10 - 3	12,7	N	4,636	1,159	11	6,961	0,04	⚠

Figura 4.12 - Condições de operação - Válvula Expansão [42]

Com as exigências previamente enumeradas, foi seleccionada a válvula TGE 10-3.

Como é possível verificar na Figura 4.14, não foi possível chegar às cargas percentuais de 75-115%. Para estas situações existe outra forma de “vaporizar” o fluido, que é através de tubo capilar. O tubo capilar permite que sejam extintas as necessidades da válvula de expansão e da válvula solenóide.

O método utilizado para o dimensionamento do tubo capilar foi o da utilização do software da Danfoss, *Dancap 1.0* [44]. No software utilizado foi necessário introduzir os valores descritos na Tabela 4.14 para a obtenção do diâmetro interno do tubo capilar e o comprimento do mesmo.

Tabela 4.14 – Condições de operação - Tubo Capilar

Tipo de Refrigerante	R134a – R1234ze
Potência do sistema	533 W
Temperatura de Evaporação	-5 °C
Temperatura de Condensação	45 °C
Temperatura gás retorno	5 °C

Com os dados inseridos no programa obtiveram-se os valores apresentados na Figura 4.13.

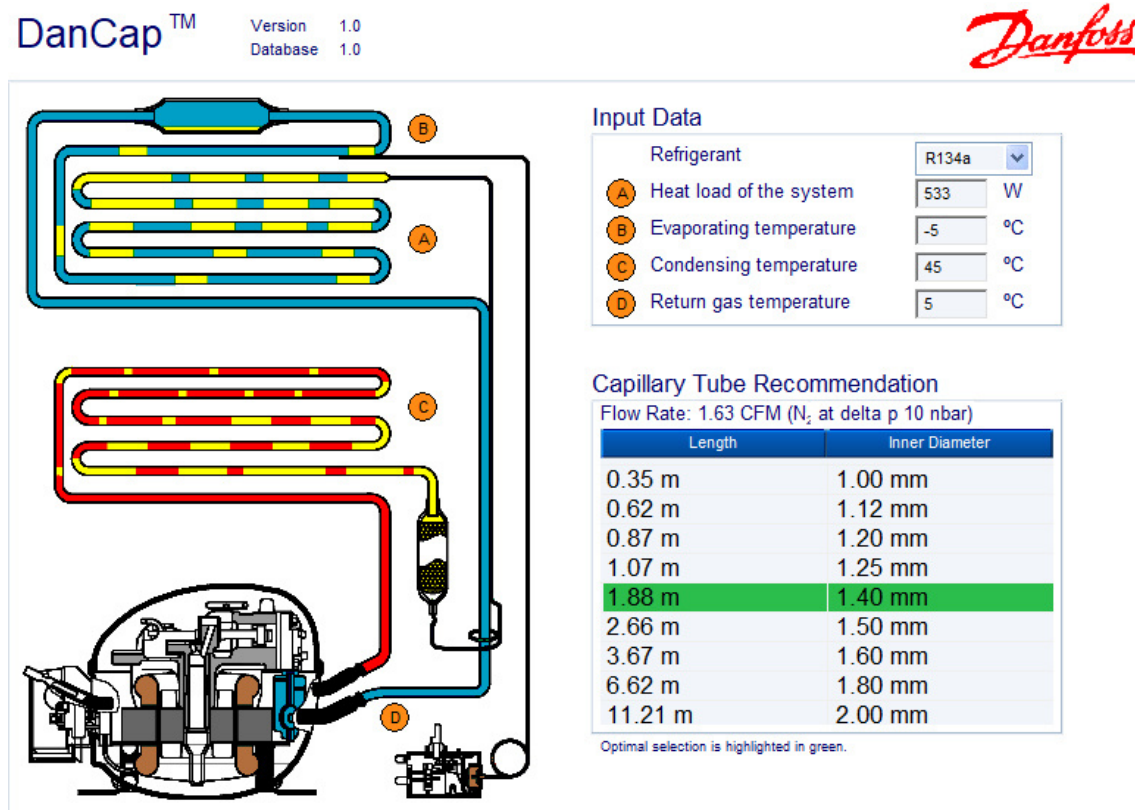


Figura 4.13 - Software Danfoss de selecção de tubo capilar [44]

Dos valores apresentados, os valores escolhidos para o tubo capilar foram de 1,40 mm de diâmetro interno e 1,88 m de comprimento. Estas dimensões permitem a vaporização total do fluido, obtendo resultados semelhantes aos da válvula de expansão.

Com a necessidade de seleccionar um tubo capilar para fazer a expansão do refrigerante no sistema, deixa de ser necessário o uso do depósito de líquido, optando-se pela versão CGL80TG4N do grupo condensador, mencionado no capítulo 4.4.1.1.

4.4.1.5. Outros componentes

Após a selecção dos principais componentes do sistema, fez-se a selecção dos restantes. Por não ter sido necessária nenhuma válvula de expansão, mas sim o tubo capilar, a necessidade de existir uma válvula solenóide para controlar o caudal torna-se desnecessária e por isso não foi escolhida/dimensionada nenhuma.

Para o dimensionamento do visor apenas é necessário saber o diâmetro da linha. Tomando como exemplo o catálogo da *GMC – Refrigerazione*, tem-se, diversos modelos consoante o tamanho da ligação e o tipo de ligação (roscado o soldado). Devido ao tamanho da tubagem, 3/8, seleccionou-se um visor de líquido de 3/8 com as extremidades soldadas, MI3S, um visor *standard*, que cumpre todos os requisitos de um visor, a possibilidade de ver o fluido e as dimensões da tubagem.

Para mais informações técnicas relativamente ao visor seleccionado, consultar Anexo 14.

Relativamente ao filtro secador escolhido, também da *GMC – Refrigerazione*, é seleccionado com base no diâmetro da linha e consoante o tipo de fluido. O nosso líquido é R1234ze e não é reutilizado logo, vamos para o modelo SC, o modelo mais utilizado em circuitos de refrigeração de temperaturas positivas, especificamente com um filtro com um elemento dessecante composto por um cartucho compacto, feito de 100% peneira molecular, particularmente adequado para aplicações com fluidos refrigerantes.

Como um filtro é um componente que requer manutenção, não faz sentido ser de soldar por isso escolheu-se um de rosca. Como a linha da válvula de expansão é de 3/8, escolheu-se um filtro com essa mesma dimensão e médio em comprimento para que garanta uma boa absorção da água e impurezas do sistema. Seleccionou-se, então, o filtro SC083MM.

Para mais informações técnicas relativamente ao filtro seleccionado, consultar Anexo 15.

O termostato serve para parar o equipamento quando atinge a temperatura pretendida. O termostato escolhido tem ainda a possibilidade de programar paragens para não bloquear e criar gelo, por exemplo de 8 em 8 horas. No caso em estudo não será necessário pois será interrompido todas as noites.

O termostato seleccionado foi o ID961 da *Eliwell*, um termostato simples e funcional, com possibilidade de adaptação para temperaturas negativas ou positivas. Foi seleccionado devido à sua gama de temperaturas, consumo, funcionalidade e fiabilidade

comprovada pessoalmente. Foram seleccionados dois termostatos por armário para se obter uma leitura de temperaturas mais eficiente e actuar de forma mais eficaz.

Para mais informações técnicas relativamente ao termostato seleccionado, consultar Anexo 16.

Devido ao facto do compressor escolhido ser hermético, basta seleccionar um pressostato de baixa pressão para proteger o equipamento. Isto porque os compressores herméticos vêm já protegidos contra altas pressões. O pressostato escolhido foi um habitualmente usado em sistemas de refrigeração para temperaturas positivas de R134, devido às suas pressões de funcionamento, O16-H6713, com uma ligação de 1000 mm de tubo capilar com uma rosca de 1/4", que será adaptado posteriormente com uma redução 1/4-3/8, à tubagem do sistema, 3/8. Cumpre a nível de pressões de funcionamento, é automático e também fiável.

Outro ponto fundamental na sua selecção foi a sua forma de funcionamento, por outras palavras, por ser de funcionamento mecânico, não necessita de alimentação eléctrica e por isso é uma mais-valia para o sistema e projecto em desenvolvimento.

Para mais informações técnicas relativamente ao pressostato seleccionado, consultar Anexo 17.

4.5. Sistema Fotovoltaico

Com a colaboração de vários *softwares* de dimensionamento, livros e empresas foi desenvolvida a componente fotovoltaica do projecto. Como mencionado anteriormente no capítulo de introdução à energia fotovoltaica, o circuito fotovoltaico é composto por:

- Painéis fotovoltaicos;
- Baterias
- Inversor;
- Regulador;

O dimensionamento do sistema fotovoltaico inicia-se com a enumeração das necessidades eléctricas do utilizador. Determina-se a energia que é necessária à alimentação diária das cargas da instalação. A energia diária é calculada com a multiplicação da quantidade de equipamentos pela sua potência e pelo número de horas de trabalho. Com base na tabela 4.15, é possível observar os componentes que necessitam alimentação eléctrica e a sua respectiva potencia.

Tabela 4.15 - Tabela consumos eléctricos

Equipamento	Qnt.	Potência Unitária Consumo eléctrico [W]	Horas trabalho [h]	Energia Diária [Wh/dia]
LED's	6	14,0	10	840,0
A/C	1	489,0	10	4890,0
Grupo Condensador	4	244,5	10	9780,0
Ventilador	48	15	10	7200,0
Termostato	4	4,5	10	180,0
Inversor (*)	1	25,0	10	250,0
			TOTAL	23140,0

(*) Será calculado posteriormente no capítulo 4.5.2.

Para potências de consumo inferiores a 1500 W, aconselha-se uma tensão do sistema de cerca de 12 V, para sistemas com consumos entre 1500 e 5000 W, tensões de 24 – 48 V e para consumos acima de 5000 W, tensões de 120 ou 300 V [27]. A tensão, habitualmente, é directamente proporcional à potência, isto porque, a corrente por eles gerada tem mais dificuldade em circular quanto mais alta esta for. Tomando como exemplo o transporte da electricidade produzida numa central eléctrica. O transporte desta energia gerada é feito através de alta tensão e conseqüentemente, correntes muito baixas, permitindo que exista menos resistência nos cabos eléctricos à passagem de electricidade.

No caso de estudo, o raciocínio é similar, mas para potências mais reduzidas. Com a soma das multiplicações das quantidades de equipamentos pela potência unitária respectiva, obtêm-se uma potência de consumo de 2314,0 W e devido a esse valor se situar entre os 1500-5000 W, referidos anteriormente, foi escolhida uma tensão de 48 V de modo a reduzir as resistências e perdas.

Com as necessidades eléctricas e a tensão do sistema definida, calcula-se produção necessária de energia do gerador fotovoltaico. É o gerador fotovoltaico que alimenta as baterias, mas como em qualquer sistema eléctrico, existem perdas. Perdas estas que podem acontecer nas cablagens e no inversor. Sabemos que as perdas por cablagem podem chegar a 3% no máximo em sistemas isolados. Em relação à conversão, adoptamos um rendimento típico de 85%. Por último, adiciona-se o rendimento do inversor, que também vai adicionar uma perda no sistema. O inversor tem um rendimento de 97,8%.

Calcula-se, então, o primeiro de dois factores de correcção, o de perdas através da equação 4.10:

$$k_i = k_{cab} * k_{con} * k_{inv} = 0,97 * 0,85 * 0,97,8 = 0,81 \quad (4.10)$$

Onde:

- k_i – Factor de correcção relativo aos componentes da instalação
- k_{cab} – Rendimento da cablagem [%]
- k_{con} – Rendimento da conversão [%]
- k_{inv} – Rendimento do inversor [%]

O k_i não é o único factor de correcção a considerar, existe um factor de correcção relativo ao número de horas equivalentes à radiação padrão de 1000 W/m², valor médio de radiação solar, k_h [45].

O quadro 4.16 é relativo à radiação da Praia da Costa da Caparica e é utilizado para retirar os défices de radiação mensal, neste caso para um ângulo óptimo de 34°, ângulo que será utilizado posteriormente pelo painel seleccionado, na instalação.

Tabela 4.16 - Radiação - Costa da Caparica [45]

Mês	Plano horizontal [Wh/m ² /dia]	Plano com Inclinação óptima [Wh/m ² /dia]	Plano com 34° de inclinação [Wh/m ² /dia]	Inclinação óptima [°]	kh ⁷ [h/dia]
Maio	7110	6820	6860	14	6,82
Junho	7780	7000	7050	5	7,00
Julho	7870	7270	7320	9	7,27
Agosto	7080	7290	7320	21	7,29
Setembro	5620	6780	6780	37	6,78
Outubro	5080	5890	5890	35	5,89

Como o sistema de refrigeração só vai ser utilizado no Verão, escolheu-se uma média dos meses de Verão, da época balnear e é calculado através da equação 4.11.

$$k_h = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_n}{n} \quad (4.11)$$

Onde:

- k_h – FC do nº de horas equivalentes à radiação padrão de 1000 W/m² [Adim.]
- x_n – Radiação por mês [Wh/m²/dia]

⁷ k2 corresponde ao número de horas diárias em que se obtém uma radiação igual ou superior a 1000Wh/m2.

Como se pretende algum factor de segurança, não se opta pela média, mas sim pelo *kh* de menor valor, garantindo, assim, sempre o bom funcionamento para os restantes meses [27]. No caso estudado, o FC mais baixo é de Outubro e tem o valor de 5,89.

4.5.1. Painel Fotovoltaico

Para se calcular a potência que os módulos fotovoltaicos ou gerador fotovoltaico têm de produzir, é necessário ter um valor para as necessidades eléctricas diárias e saber os factores de correcção, calculados no ponto anterior. Com estes valores e através da equação 4.12 é possível calcular o valor pretendido.

$$Pfv = \frac{Nd}{ki * kh} = \frac{23140,0}{0,81 * 5,89} = 4850,2 \text{ W} \quad (4.12)$$

Onde:

Pfv – Potência painel fotovoltaico [W]

Nd – Necessidades diárias [Wh/dia]

ki – FC relativo aos componentes da instalação [Adim.]

kh – FC do n°. de horas equivalentes à radiação padrão de 1000 W/m² [Adim.]

São necessários, no mínimo, um conjunto de painéis com uma potência que perfaça as necessidades diárias calculadas na equação 4.12, 5076,8 W. Em seguida escolheu-se o painel tipo, e respectivas características, para formar os módulos fotovoltaicos que têm de produzir a potência necessária da instalação.

Com a ajuda do portal-energia foi possível fazer uma breve análise das marcas, rendimentos e testes tipo [46], [47]. Foram contactadas várias empresas e o painel sugerido por uma das empresas contactadas, a *Darlislux*, que permitisse a produção da potência calculada foi o painel *MaxPower CS1H-340MS* da *Canadian Solar*, demonstrado tecnicamente na tabela 4.17 [48].

Tabela 4.17 - Características Painel Fotovoltaico [48]

Dimensões (LxCxH) [mm]	992x1700x32
Potência eléctrica máxima, P_{máx} [W]	340
Tensão em P_{máx} [Vmpp]	36,4
Corrente em P_{máx} [Impp]	9,35
Tensão em circuito aberto [Voc]	43,7
Corrente curto-circuito [Icc]	9,81
Eficiência [%]	20,16
Temperatura funcionamento [°C]	-40 a 85
Coefficiente de temperatura, α (P_{máx}) [%/°C]	-0,37
Coefficiente de temperatura, β (Vmpp) [%/°C]	-0,29
Coefficiente de temperatura, γ (Icc) [%/°C]	0,05
NMOT [°C]	42 +-3

Para mais informações técnicas sobre os painéis fotovoltaicos seleccionados, consultar Anexo 18.

Para a potência de consumo calculada, são necessários 16 módulos dos painéis acima referidos. Deste modo, 16 módulos de 340 W cada, perfazem um total de 5440 W, valor acima das necessidades calculadas no ponto anterior, 4850,2 W.

4.5.2. Inversor

O inversor seleccionado tem o regulador incorporado, permitindo um melhor controlo sobre a distribuição da carga eléctrica. A escolha do inversor tem que satisfazer as seguintes premissas:

- A potência de produção da instalação tem que ser inferior à máxima suportada pelo inversor;
- O número máximo de painéis em série e o número de fileiras admitidos pelo inversor têm que ser superiores às necessidades do circuito.

Escolheu-se um inversor que satisfizesse a primeira premissa. Tendo um circuito com uma produção de 5440 W e uma potência máxima suportada de 6000 W, o inversor encontra-se bem dimensionado.

Para garantir esta selecção, é necessário garantir as outras premissas enunciadas acima.

Para determinar o número máximo de painéis em série, utilizou-se a equação 4.13, que relaciona a tensão máxima que o inversor suporta com a tensão máxima que os painéis podem produzir. A tensão máxima dos painéis ocorre à mínima temperatura de utilização. Neste caso foram admitiu-se uma temperatura mínima de -10°C , mesmo sabendo que apenas funcionaram no Verão, garantimos o seu pleno funcionamento em qualquer situação [27].

$$n \text{ máx} = \frac{U_{\text{max_inv}}}{U_{\text{ac}}(\text{módulo } a - 10^{\circ}\text{C})} \quad (4.13)$$

$$U_{\text{ac}}(\text{módulo } a - 10^{\circ}\text{C}) = 1,14 * U_{\text{oc}} (STC) \quad (4.14)$$

Onde:

$n \text{ máx}$ – Número máximo de painéis em série [unid]

$U_{\text{máx_inv}}$ – Tensão máxima do inversor [V]

$U_{\text{ac}}(\text{módulo } a - 10^{\circ}\text{C})$ – Tensão máxima dos módulos FV, a -10°C [V]

O número máximo de painéis em série, tendo em conta a tensão máxima do inversor, 600 V, e a tensão máxima dos painéis fotovoltaicos a -10°C , 49,82 V, é de 12 painéis.

Isto é, por outras palavras, que terão que existir pelo menos duas séries para perfazer os 16 painéis necessários.

Para se determinar o número mínimo de painéis em série, é utilizada a equação 4.15. Este valor é determinado com os valores de temperatura máxima que o painel solar aguenta e está na ordem dos 70 °C, que estão inerentes a uma diminuição de tensão no módulo. De modo a combater esta diminuição, tem que se garantir que a tensão produzida nos painéis fotovoltaicos não é inferior à tensão em potência máxima (V_{mpp}) permitida pelo inversor. Garantir esta relação permite que o inversor não sofra um corte eléctrico e que a redução da eficiência do sistema não aconteça. O número mínimo de painéis fotovoltaicos por fileira depende da tensão mínima de funcionamento do inversor. Como referido anteriormente, esta tensão verifica-se para as maiores temperaturas de funcionamento, 70 °C [27].

$$n_{min} = \frac{U_{min_inv}}{U_{mpp}(\text{módulo a } 70^{\circ}\text{C})} \quad (4.15)$$

$$U_{mpp}(\text{módulo a } 70^{\circ}\text{C}) = 0,82 * U_{mpp} (STC) \quad (4.16)$$

Onde:

n_{min} – Número mínimo de painéis em série [unid]

U_{min_inv} – Tensão mínima do inversor [V]

$U_{mpp}(\text{módulo a } 70^{\circ}\text{C})$ – Tensão mínima dos módulos FV, a 70°C [V]

O número mínimo de painéis em série, tendo em conta a tensão mínima do inversor, 90 V, e a tensão mínima dos painéis fotovoltaicos a 70 °C, 29,85 V, é de 3 painéis.

Por fim, o número máximo de fileiras por ser calculado com base na equação 4.17 [27].

$$n_{fileiras} < \frac{I_{máx_inv}}{I_{máx}(\text{módulo})} \quad (4.17)$$

Onde:

$n_{fileiras}$ – Número máximo de fileiras [unid]

$I_{máx_inv}$ – Corrente máxima do inversor [A]

$I_{máx}(\text{módulo})$ – Corrente máxima do módulo FV [A]

O número máximo de fileiras, tendo em conta a corrente máxima do inversor, 18,2A, e a corrente máxima por fileira de painéis fotovoltaicos, que corresponde à corrente máxima do painel fotovoltaico seleccionado, 9,09, é de 2 fileiras.

Os resultados obtidos nos cálculos anteriores podem ser observados na tabela 4.18.

Tabela 4.18 - Valores limites de configuração do sistema fotovoltaico

Nº máximo de painéis/ fileira	12
Nº mínimo de painéis/ fileira	3
Nº máximo de fileiras	2

Como é possível confirmar, a configuração escolhida cumpre os requisitos de tensão e de corrente logo, são soluções admissíveis. De referir que quantos mais módulos fotovoltaicos existirem por fileira, maior será a tensão, o que significa menores perdas de tensão nas cablagens.

Com os limites anteriormente calculados na tabela 4.18, pode-se escolher uma configuração para a organização dos painéis. Configuração essa que ficou definida por 16 painéis, em duas fileiras de 8 painéis cada.

O modelo aconselhado pela empresa contactada foi o HYD 6000-ES e as principais características estão descritas na tabela 4.19.

Tabela 4.19 – Características do Inversor Fotovoltaico HYD 6000-ES

Potencia máxima [W]	6000
Tensão máxima [V]	600
Tensão nominal [V]	90-580
Corrente máxima [A]	27,3
Eficiência [%]	98
Tensão Corrente Alternada [V]	220-240
Frequência Corrente Alternada [Hz]	50
Potencia máxima Corrente Alt. [W]	6000
Potencia nominal Corrente Alt. [W]	6000

Para mais informações técnicas sobre o inversor, consultar Anexo 19.

As protecções dos equipamentos mencionados anteriormente, módulo fotovoltaico, inversor e baterias, estão todas garantidas no inversor escolhido. Este faz a gestão da energia gerida, consumida e níveis das baterias como um regulador.

4.5.3. Baterias

No caso de estudo, será utilizado o sistema autónomo pois, o único e principal objectivo é a produção de energia para consumo próprio. Relativamente à energia a mais, será armazenada e usada para o dia seguinte ou para eventuais necessidades. Para se seleccionar as baterias, começa-se por calcular as necessidades diárias de armazenamento, através da equação 4.18 [27].

$$C_{bat} = \frac{Cd * Nr}{K(dod) * Kbat} \quad (4.18)$$

$$Cd = \frac{Nd}{U} = \frac{23140,0}{48} \approx 482,1 \text{ Ah} \quad (4.19)$$

$$C_{bat} = \frac{482,1 * \left(\frac{10}{24}\right)}{0,9 * 0,65} \approx 412,0 \text{ Ah} \quad (4.20)$$

Onde:

C_{bat} – Necessidades diárias de armazenamento da bateria [Wh]

Cd – Consumo diário [Ah]

Nr – Número de dias de reserva

$K(dod)$ – Coeficiente de profundidade de descarga máxima [%]

$Kbat$ – Rendimento da bateria [%]

Nd – Necessidades diárias [W]

U – Tensão [V]

Multiplicando as necessidades da bateria obtidas na equação 4.20, pela voltagem escolhida, 48 V, no primeiro ponto deste capítulo, obtém-se uma capacidade de armazenamento total das baterias, que é 19777,8 Wh.

Com as necessidades de armazenamento calculadas, seleccionaram-se as baterias. Mais uma vez, obteve-se resposta por parte de uma empresa da área, a *Darlisdux* e optou-se pelas baterias *PYLONTECH US2000*, que contêm as características apresentadas na Tabela 4.20.

Tabela 4.20 - Características das baterias Pylontech US2000

Voltagem nominal [V]	48
Capacidade nominal [Wh]	2400
Capacidade útil [Wh]	2200
Nº máximo em série	8
Voltagem de descarga [V]	45 - 53,5
Voltagem de carga [V]	52,5 – 53,5
Amperagem de carga [A]	25
Amperagem de descarga [A]	50
Pico de amperagem [A]	100@15s
K(dod) [%]	90
Eficiência [%]	65

Para mais informações técnicas sobre as baterias seleccionadas, consultar Anexo 20.

Com o tipo de bateria seleccionada calcula-se o número de unidades necessárias para armazenar a energia pretendida através da equação 4.21.

$$Nb = \frac{Cbat}{Cu} = \frac{19777,8}{2200} \approx 9 \quad (4.21)$$

Onde:

$Cbat$ – Necessidades diárias de armazenamento da bateria [Wh]

Nb – Número de baterias [Unid]

Cu – Capacidade útil [Wh]

Por razões de segurança e prevenção escolheu-se a utilização de 10 baterias, que ocupam um volume com 450 mm de largura, 450 mm de comprimento e 1350 mm de altura.

4.6. Sistema Eléctrico

Com ambos os sistemas dimensionados, é necessário interligá-los a nível eléctrico. Segundo as RTIEBT: “Em locais de habitação, os circuitos finais devem, em regra, ser monofásicos. Em locais de habitação, cada circuito final não deve, em regra, alimentar mais do que oito pontos de utilização. (...) Os aparelhos fixos de climatização ambiente devem ser repartidos por circuitos finais distintos dos de outras utilizações, para que cada circuito alimente, no máximo, cinco aparelhos” [36].

Em relação aos disjuntores, foram dimensionados segundo a equação 4.22 [27].

$$I = \frac{P}{U} \quad (4.22)$$

Onde:

I – Corrente [A]

P – Potência [W]

U – Tensão [V]

Com a corrente calculada, utiliza-se o disjuntor com a capacidade *standard* logo acima. Sabendo que existem valores mínimos para cada tipo de circuito, é necessário ter em conta qual das premissas a utilizar. Segundo [27], os valores mínimos de ??? para circuitos de iluminação são 6 A e para circuitos de equipamentos, 16 A.

As características de funcionamento dos dispositivos de protecção das canalizações eléctricas contra as sobrecargas devem satisfazer, simultaneamente, duas condições. Em primeiro lugar, a corrente serviço do circuito deve ser igual ou inferior à corrente do disjuntor, que por sua vez tem que ser igual ou inferior à corrente admissível na instalação

Para selecção rápida de cabos temos a tabela 4.21, disponibilizada pela portaria nº949-A/2006.

Tabela 4.21 - Secções de cabos eléctricos consoante natureza do circuito [36]

Natureza dos circuitos	Secção (mm ²)
Iluminação	1,5
Equipamentos	2,5
Climatização	2,5

Com a tabela 4.21 e tendo em conta todos os circuitos necessários e respectivos equipamentos foi possível construir a tabela 4.22.

Tabela 4.22 - Características do circuito eléctrico

Número do Circuito	Equipamento	Potencia [W]	Tensão [V]	Corrente [A]	Cabo	Disjuntor
1	Iluminação	75	230	0,33	3G1,5	6 A
2	Ar Condicionado	285	230	1,24	3G2,5	16 A
3	Grupo Condensador 1	221,6	230	1,47	3G2,5	16 A
4	Grupo Condensador 2	221,6	230	1,47	3G2,5	16 A
5	Grupo Condensador 3	221,6	230	1,47	3G2,5	16 A
6	Grupo Condensador 4	221,6	230	1,47	3G2,5	16 A
7	Ventiladores	720	230	4,00	3G2,5	16 A
8	Termostato	18	230	0,10	3G2,5	16 A

Para mais informações, consultar Anexo 21 e 22, respectivamente para cabos e disjuntores.

A secção do cabo eléctrico que alimenta o quadro eléctrico é dimensionada segundo o seguinte raciocínio [36], [49]:

Selecciona-se, no modo de instalação do quadro 52H, a opção de cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares montadas à vista ilustrados na figura 4.14 [36].



Figura 4.14 - Modo instalação de quadros eléctricos [36]

A opção seleccionada corresponde a uma referência nº 4 e um método de referência B2. Analisando as correntes admissíveis nas canalizações eléctricas, com o método de referência utilizado anteriormente, selecciona-se o tipo de isolamento dos condutores, o

material dos condutores e o número de condutores carregados. Com isto obtém-se uma referência: 52-C1, como é possível ver na tabela 4.23.

Tabela 4.23 - Correntes admissíveis nas canalizações

Método de Referência	Isolamento dos Condutores	Material dos Condutores	Nº de condutores carregados	Quadro de correntes Admissíveis
A, B e C	PVC	Cobre ou Alumínio	2	52 – C1

Finalmente, como indicado no ponto anterior, selecciona-se a dimensão do cabo. A corrente fictícia é calculada com base na equação 4.23 [49].

$$I_f = \frac{\text{Corrente } QE}{k_1 * k_2 * k_3} \quad (4.23)$$

Onde:

I_f – Corrente fictícia [A]

k_1 – Factor de correcção de temperatura ambiente

k_2 – Factor de correcção de agrupamento de circuitos

k_3 – Factor de correcção para cabos enterrados

Com o método de referência, B, e a corrente fictícia, selecciona-se a secção do cabo pretendido. A corrente QE é a corrente máxima de fase a multiplicar por 0,7 de corrente máxima admissível e 1,4 de factor de segurança, valores habituais no dimensionamento da corrente fictícia. Os denominadores correspondem a factores de correcção, consoante o tipo de instalação e aplicação escolhida. Com ajuda do quadro resumo e os respectivos sub-quadros disponibilizados na referência [36], obtém-se, para k_1 o valor de 1,22 (cabos instalados ao ar – quadro 52-D1-25 °C temperatura ambiente – PVC), para k_2 o valor de 0,52 (cabos multicondutores de diversos circuitos – instalados ao ar, em camadas simples – quadro 52-E1 – paredes ou pisos ou sobre caminhos de cabos não perfurados – 8 circuitos) e finalmente k_3 o valor de 1 por não ser aplicável à situação em questão. Obtém-se uma corrente fictícia de 5,53 A.

Com a corrente fictícia calculada, selecciona-se, na tabela 52-C1 do RIEBT, o valor de corrente *standard* logo acima da obtida, 5,53 A. Como é possível observar na tabela 4.24, o valor logo acima é de 17,5 A e segundo o método de referência B, corresponde a uma secção de cabo de 1,5 mm.

Tabela 4.24 - Tabela 52-C1 [36]

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Método de Referência		
	A	B	C
1,5	14,5	17,5	19,5
2,5	19,5	24	27

O cabo que vem do inversor dimensionado previamente será um 3G1,5, três cabos juntos, fase, neutro e terra com 1,5 mm de secção. Posteriormente saem os respectivos cabos dimensionados para cada circuito.

Para mais informações relativamente aos cabos eléctrico, consultar Anexo 23.

5. Viabilidade Económica

Com a componente técnica seleccionada, neste capítulo avalia-se o projecto em termos económicos. Na **secção 5.1**, faz-se uma breve análise do estudo de mercado, com as principais vantagens e desvantagens de ser um projecto inovador sem concorrência e com o orçamento do projecto. Na **secção 5.2**, com os resultados obtidos da viabilidade económica, é feita uma análise dos principais indicadores de modelo de negócio.

5.1. Orçamento

A viabilidade económica de um projecto baseia-se em modelos económicos de análise custo/benefício que podem incluir vários indicadores económico-financeiros. Indicadores económicos como o período de recuperação de capital (PRC), o valor actual líquido (VAL), a taxa interna de rentabilidade (TIR) e o índice de rentabilidade (IR) [50].

Projectos inovadores ganham créditos extras com a execução de estudos de viabilidade económica. Apesar de estar sempre inerente uma taxa de incerteza, estes estudos permitem obter previsões do possível rumo do investimento. Ora estes resultados, com valores positivos, são fulcrais para obter investimentos de empresas privadas ou do estado. Com os estudos efectuados para o desenvolvimento deste projecto foi possível perceber o potencial de crescimento que a energia fotovoltaica tem, não só em termos de diminuição do preço dos módulos fotovoltaicos como o aumento da sua eficiência [6], [51].

Por ser um projecto em submissão para obtenção de patente, não puderam ser feitos estudos estatísticos populacionais e por isso mesmo foram feitas algumas suposições.

O público-alvo será todo e qualquer utilizador que pretenda usufruir de um serviço único para armazenar valores e alimentos, quer na praia, quer em festivais, acampamentos, em lazer, trabalho, desporto aquático, entre outros.

Devido ao facto de ser uma ideia inovadora, não existe concorrência directa. Relativamente à concorrência indirecta, pode-se considerar todas as explorações alimentares situadas em locais públicos, por outras palavras, restaurantes, bares, apoios de praia, entre outros.

Quanto aos fornecedores de materiais e manutenção existem inúmeras empresas das quais se salienta uma da área de refrigeração e venda a retalho, a ARL – Ar Condicionado e Refrigeração. No desenvolvimento deste trabalho emergiu a possibilidade de parceria com a empresa anteriormente referida em relação à refrigeração, quer a nível de fornecimento de equipamentos e componentes como também a nível de manutenção. Relativamente à componente fotovoltaica, também foram contactadas várias empresas, das quais se destaca uma, a Darlisdux, através da qual se obtém todo o equipamento do circuito fotovoltaico e a respectiva instalação.

Em relação aos componentes eléctricos, é necessário a contratação de uma equipa que faça a devida instalação e manutenção.

O orçamento é apresentado de forma resumida na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Resumo orçamental

#	Designação	Valor
1	Refrigeração	5 373,01 €
2	Sistema Fotovoltaico	10 944,00 €
3	Circuito Eléctrico	401,94 €
4	Infra-estruturas	3 814,90 €
6	Instalação CoolSpot	750,00 €
CAPITAL INICIAL		21 283,85 €

#	Designação	Valor
1	Concessão - exploração	2 000,00 €
2	Manutenção Fotovoltaica	100,00 €
3	Manutenção Refrigeração	100,00 €
4	Limpeza Espaço	1 040,00 €
CUSTOS MENSAIS DE MANUTENÇÃO		3 240,00 €

A nível mais detalhado, é possível observar o capítulo relativo à estimativa orçamental, listada no final do documento.

5.2. Análise de Indicadores

A análise de indicadores económicos permite perceber o interesse económico do projecto desenvolvido. São uma previsão de despesas e receitas futuras, associadas, sempre, a uma incerteza.

Sendo um projecto sem concorrência directa, foi feito um levantamento de preços que habitualmente são utilizados em cacifos. Quer em espaços públicos mais reservados como parques temáticos, quer em espaços públicos mais usuais como por exemplo supermercados. Com esta breve análise de mercado, decidiu-se cobrar 5 € diários pela utilização de um cacifo refrigerado e 2 € para um cacifo simples.

Com os valores adoptados foram feitos vários estudos relativamente à utilização dos mesmos, quer a nível de tempo de utilização dos cacifos, quer em termos de percentagem de utilização e quantidade de vezes que um cacifo é utilizado por dia. Para este efeito foi estudada, em várias concessões de praia, a afluência anual nestes estabelecimentos.

Identificaram-se dois tipos de utilização: para os cinco meses do ano com maior calor, no Verão, e para os restantes meses. Nos meses de Verão, adoptou-se uma média de 40% de utilização e uma utilização por cacifo por dia, quer de cacifos refrigerados quer de cacifos simples. Para os restantes meses, os cacifos refrigerados não entram em funcionamento e escolheu-se uma percentagem de 20% de utilização de cacifos normais e uma utilização por cacifos por dia. Não se considera a utilização dos cacifos refrigerados nos restantes meses devido ao facto de, para além de existirem poucos dias de sol que impossibilita a garantia de auto-sustentabilidade do CoolSpot, também coincide com a fraca quantidade de utilizadores que poderão utilizar os cacifos. Decidiu-se, desta forma, de certo modo

poupar o sistema fotovoltaico e aumentar a sua vida útil, utilizando-os apenas em dias de sol abundante.

Com as premissas anteriormente referidas, os valores obtidos foram os ilustrados na tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Receita anual

Tipo de Cacifo	Valor	Cacifos		Utilização		Valor
	[€]	[N°]	[%]	[dia]	[meses]	
Refrigerado	5	192	40%	1	5	57 600,00 €
Simple Verão	2	85	40%	1	5	10 200,00 €
Simple Inverno	2	85	20%	1	7	7 140,00 €
RECEITA ANUAL						74 940,00 €

Antes de se iniciar os cálculos dos indicadores económicos, referidos anteriormente, é necessário compreender e delimitar alguns conceitos.

Começou-se por definir o tempo de vida útil do projecto que corresponde ao tempo expectável para um investimento ser explorado a nível económico. Todos os cálculos serão efectuados com base neste período tempo. Com o tempo de vida útil do projecto definido, 10 anos, tendo como base a vida útil dos equipamentos utilizados, é importante explicar as receitas e custos associados ao projecto. Habitualmente, as receitas correspondem ao fluxo monetário recebido pelos produtos ou, neste caso, pelos serviços prestados. Os custos estão associados a todos os gastos necessários à manutenção da instalação e/ou com consumíveis ou aquisições de equipamentos. Por fim, o investimento é o capital inicialmente necessário para implementar o projecto, é um capital que engloba os custos todos de aquisição (equipamentos), aluguer (espaço) e implementação no terreno.

É muito importante referir que não se podem comparar valores de anos diferentes. Dito isto, é sempre necessário actualizar, valores futuros ao ano pretendido, ou capitalizar valores passados ao ano pretendido.

Como estamos a fazer um estudo futuro, utilizamos actualizações, calculadas através da equação 5.1 [50].

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n} \quad (5.1)$$

Onde:

P – Valor do capital no momento de referência

F – Valor do capital acumulado num momento posterior ao momento de referência

i – Taxa de actualização

A taxa de actualização é, para uma actualização, a taxa aplicada aos rendimentos futuros de forma a obter o seu valor no momento de referência. Costuma ser uma taxa dada pelo

investidor de forma a obterem uma compensação inerente ao risco que correm com o pagamento do investimento. De forma mais simples, é a taxa que o banco aplica a qualquer pedido de crédito, resultante da incerteza quanto à viabilidade do projecto.

Com estas definições explicadas, é possível introduzir o diagrama de *cash-flow*, o resultado, positivo ou negativo, da diferença entre os custos e receitas anualmente sendo que no primeiro ano, considerado zero, apenas entra o capital de investimento. Visto que todos os indicadores económicos dependem dos custos/benefícios ao longo do período estimado para o projecto, começou-se por fazer um diagrama de *cash-flow* líquido e acumulado para se ter uma pequena percepção dos fluxos financeiros futuros. É possível analisarmos este processo num diagrama de fluxos, apresentado na figura 5.1. Sendo os gastos e as receitas fixas, é possível ver o lucro anual durante todos os 10 anos. No primeiro ano, ano zero, é possível verificar o fluxo financeiro negativo devido ao investimento inicial.

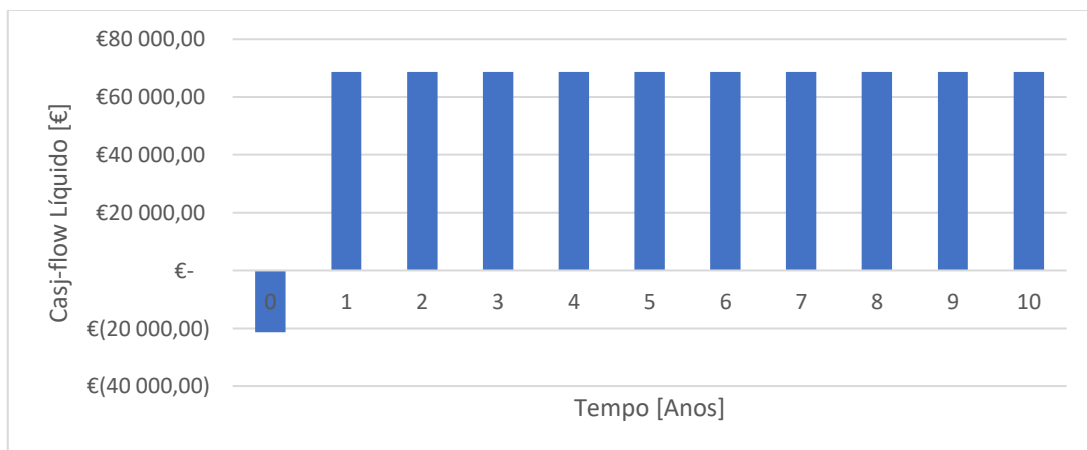


Figura 5.1 - Gráfico Cash-Flow Líquido

Uma das principais preocupações dos investidores é relativamente ao tempo que vão demorar a recuperar o valor investido. Para se chegar a esse valor é calculado o período de recuperação de capital, PRC.

Este permite determinar o tempo necessário em que as receitas acumuladas igualam o capital investido. É calculado a partir da equação 5.2 [50].

$$\sum_{t=1}^x Ri * (1 + i)^{-t} = \sum_{t=0}^{N-1} Di * (1 + i)^{-t} \quad (5.2)$$

Onde:

- N – Tempo de vida útil do projecto [anos]
- t – Ano do investimento [anos]
- Ri – Recebimentos [€]
- Di – Despesas [€]

Como referido anteriormente, reportam-se todos os valores previstos ao ano de referência através de actualizações e determina-se a altura em que os lucros igualam o investimento inicial.

Após o cálculo do PRC, inicia-se o estudo do VAL, que analisa a diferença entre as entradas e saídas de dinheiro, também denominados de *cash-flows*. Consiste em actualizar para o momento zero todos os fluxos. A soma de todos os fluxos actualizados ao ano zero é, concretamente, o VAL. Calcula-se através da equação 5.3 [50].

$$VAL = \sum_{t=0}^{N-1} Di * (1 + i)^{-t} + \sum_{t=1}^N Ri * (1 + i)^{-t} + Vr * (1 + i)^{-N} \quad (5.3)$$

Onde:

N – Tempo de vida útil do projecto [anos]

t – Ano do investimento [anos]

Ri – Recebimentos [€]

Di – Despesas [€]

Vr – Valor residual [€]

Relativamente aos valores do VAL, um resultado positivo é um sinal de viabilidade económica do projecto, por outras palavras, significa que os resultados alcançados permitem cobrir o investimento inicial, a remuneração mínima exigida pelo investidor e gerar um excedente financeiro. Se o VAL for nulo, implica a completa recuperação do capital inicialmente investido e a obtenção do rendimento mínimo exigido pelos investidores. A rentabilidade do projecto com estas características é incerta. Por fim, se se obtiver um VAL negativo, é uma indicação clara da inviabilidade económica do projecto.

Em seguida calcula-se o valor do TIR, que corresponde à rentabilidade gerada por um determinado investimento, por outras palavras, é a eficiência com que o capital investido é incrementado por um determinado investimento. É o valor para a taxa que iguala o VAL a zero e é calculado através da equação 5.4 [50].

$$\sum_{t=0}^{N-1} Di * (1 + i)^{-t} + \sum_{t=1}^N Ri * (1 + i)^{-t} + Vr * (1 + i)^{-N} = 0 \quad (5.4)$$

Onde:

N – Tempo de vida útil do projecto [anos]

t – Ano do investimento [anos]

Ri – Recebimentos [€]

Di – Despesas [€]

Vr – Valor residual [€]

Relativamente aos valores do TIR, um resultado superior à taxa de actualização, i , significa que o projecto consegue gerar uma taxa de rentabilidade superior ao custo de oportunidade do capital, pelo que demonstra que se encontra no princípio de um projecto economicamente viável. Se, pelo contrário, se obtiver um TIR inferior à taxa de

atualização implica que a taxa de rendibilidade mínima não é alcançada e por isso mesmo é um projecto não viável a nível económico.

Por fim, o índice de rendibilidade, IR, que é uma medida da rendibilidade efectiva do projecto por unidade de capital investido. Por outras palavras, quando IR=1 significa que por cada unidade investida (actualizada) se obtém precisamente uma unidade (actualizada), ou seja, o projecto será aceite a nível económico quando o IR for superior a 1 e rejeitado quando inferior a 1. É possível calcular o IR com base na equação 5.5 [50].

$$IR = \frac{\sum_{t=1}^N Ri * (1 + i)^{-t}}{\sum_{t=1}^N Di * (1 + i)^{-t}} \quad (5.5)$$

Com os valores da receita anual da tabela 5.2 e as equações de 5.1 a 5.5, foi possível chegar aos valores da tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Resumo da Análise Financeira

Período Recuperação Capital	1,44 Anos
Valor Actual Líquido para 8,511 (6) %	198 315,47 €
Taxa Interna de Rendibilidade	169,42 %
Índice de Rendibilidade	1,79 %

Com os valores obtidos e as explicações anteriormente definidas, é possível concluir que é um projecto altamente viável. Para uma vista mais detalhada dos resultados obtidos, ver Anexo 25.

Fazendo uma análise mais detalhada dos resultados é possível concluir que a partir do valor obtido de PRC de 1,44 anos ou pouco menos de ano e meio, é um valor muito positivo. Habitualmente pretende-se que este valor seja um período relativamente curto comparativamente com o tempo de vida útil do projecto. Quanto mais pequeno este tempo mais aliciante se torna o projecto. Relativamente ao VAL, o valor obtido também é muito elevado e permite assimilar a projecção e mais-valia que o projecto pode vir a ter. A nível da TIR, o valor obtido é excelente e capaz de demonstrar o referido anteriormente, é um projecto a investir. Ainda relativamente à TIR, é possível verificar a evolução do VAL com o aumento da TIR e ter uma percepção do seu comportamento a nível visual. Pode-se concluir que o valor do TIR, quando VAL=0, é muito superior ao IR, o que indica que o projecto CoolSpot consegue gerar uma taxa de rendibilidade superior ao custo de oportunidade do capital investido. Finalmente, em relação ao IR, também se obteve valores relativamente altos e positivos. Permite, mais uma vez, acentuar a possibilidade de crescimento do investimento.

Dito isto, é possível concluir que se está perante um projecto extremamente aliciante a nível de investimento económico.

6. Conclusão

Neste capítulo apresentam-se as conclusões alcançadas, com base nos resultados obtidos e perspectivas futuras de modo a tornar este projecto mais apelativo e consistente.

O Projecto apresentado neste trabalho de mestrado constitui um dimensionamento de um equipamento auto-sustentável, uma instalação – O CoolSpot – localizada na praia ou em local semelhante, que permite usufruir de espaços individuais (cacifos) para armazenamento de alimentos e pertences a temperaturas apropriadas. Isto é, procurou-se contribuir para melhorar o conforto de um dia bem passado no local escolhido para lazer. É um equipamento inovador que alia a refrigeração a uma fonte de energia renovável (solar) permitindo ser auto-sustentável e transportável.

O CoolSpot tem a dimensão de um contentor marítimo e alberga 192 cacifos refrigerados e 85 cacifos não refrigerados, alimentados por energia fotovoltaica.

Procuraram-se soluções sustentáveis do ponto de vista ambiental e económico:

- 1) Refrigeração – substituição do fluido frigorífero R134a por R1234ze.
- 2) Utilização de energia fotovoltaica a partir de painéis fotovoltaicos de células de alta eficiência

Do ponto de vista técnico, o consumo de 4850,2 W, já com alguma margem, por parte do ar condicionado, dos quatro grupos condensadores, dos ventiladores, dos termostatos, da iluminação e do inversor de corrente é inferior à energia produzida pelo módulo de 16 painéis fotovoltaicos (5440 W), garantindo assim a sua auto-sustentabilidade.

Visto que o CoolSpot estará sempre longe de qualquer fonte eléctrica e, com o objectivo de prevenir eventuais acidentes ou necessidades imprevistas, decidiu-se seleccionar um gerador eléctrico capaz de gerar energia suficiente para as necessidades calculadas. Desta forma garante-se que o CoolSpot estará constantemente a trabalhar, independentemente de termos sempre o objectivo de se auto-sustentar. Para uma potência de 2500 Wh de necessidade eléctrica, escolheu-se um mini gerador capaz de produzir essa potência que se manterá ligada ao quadro eléctrico e accionado automaticamente em caso de necessidade eléctrica. Foi seleccionado um gerador eléctrico da empresa portuguesa GRUPEL com capacidade de produção eléctrica de 3 kW e capaz de satisfazer todas as necessidades. Para mais informações relativamente ao grupo gerador seleccionado, consultar Anexo 24.

Do ponto de vista económico, os resultados obtidos em relação ao período de recuperação de capital, ao valor actual líquido, à taxa interna de rendibilidade e ao índice de rendibilidade, permitiram concluir que o projecto desenvolvido tem perspectivas de investimento muito apelativas, apesar do seu investimento inicial rondar os 25.000€, obtêm-se grandes possibilidades de retorno e crescimento, com receitas a chegarem aos 75.000€ anuais.

Com a satisfação dos resultados obtidos foi submetido um pedido de registo de utilidade, com o objectivo de patentear um serviço inovador com tecnologias já existentes, o ciclo frigorífico e a energia fotovoltaica. Após o devido estudo de mercado, este pedido de

registo será, possivelmente, utilizado para iniciar um negócio e oferecer algum conforto aos futuros utilizadores.

Em relação às perspectivas futuras, não obstante aos resultados obtidos, é necessário desenvolver estudos pormenorizados a nível de opções em termos de sistemas de refrigeração, com, por exemplo, amoníaco ou CO₂ e outros refrigerantes, que com a evolução tecnológica estão sempre a aparecer e constituem possíveis soluções de eficiência superior à estudada.

É, também, importante fazer um estudo de mercado mais detalhado em relação às empresas de sistemas fotovoltaicos pois, a resposta obtida neste campo, não foi o esperado a nível de preços e/ou disponibilidade de respostas/propostas.

Uma grande dificuldade encontrada relativamente a este tema de energia fotovoltaica, foi a necessidade de aprender desde o início toda a componente dos sistemas fotovoltaicos para que fosse possível o dimensionamento do mesmo.

Futuramente, considero fulcral investir no *design* exterior da instalação, pois esta encontra-se muito exposta e em zonas propícias a muitas e possíveis más críticas que podem afectar a sua utilização. Terá que ter um design apelativo e que disfarce a instalação no horizonte para que seja bem aceite pela sociedade no meio em que se encontra.

É também, considerado muito importante, nos dias de hoje, a integração de uma aplicação com a capacidade de disponibilizar informações aos clientes, tais como a disponibilidade de cacifos refrigerados, a possibilidade de reservar o cacifo antes de chegar ao local, facultar e facilitar os meios de pagamento, extinguindo a necessidade de moedas e permitindo uma estratégia de pagamentos diferentes, a possibilidade de fazer promoções e propagandas juntos dos clientes que dispõem de conta, entre outras. Relativamente ao ponto de estudo de outra estratégia de pagamentos, foi feito um breve estudo relativamente à possível integração de um método de pagamento de cacifo ao minuto e resultou em valores ainda mais aliciantes.

Também, no desenvolver do projecto surgiu a questão relativamente a parar o sistema frigorífico todas as noites e arrancar pela manhã ou deixá-lo ligado sempre. Sabe-se que o sistema frigorífico consome mais no arranque e ainda existe a questão relativamente à estabilização das temperaturas. Existe, portanto, a necessidade de se fazer um estudo relativamente a esta opção e estudar as suas vantagens.

Referências

São apresentadas todas as referências bibliográficas que foram utilizadas durante o decorrer do trabalho.

- [1] V. Monteiro, *Refrigeração I - Técnicas e competências ambientais*, 1^a., vol. I, II vols. ETEP - Edições Técnicas e Profissionais, 2015.
- [2] T. M. Razykov, C. S. Ferekides, D. Morel, E. Stefanakos, H. S. Ullal, e H. M. Upadhyaya, «Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects», *Sol. Energy*, vol. 85, n. 8, pp. 1580–1608, Ago. 2011.
- [3] S. Catarina e P. Coelho, «Universidade de Aveiro Departamento de Física», 2015.
- [4] E. Dâmaso Rodrigues Brinquete Proença, «A Energia Solar Fotovoltaica em Portugal», IST - Instituto Superior Técnico, 2007.
- [5] P. Dockrill, «Transparent Solar Cells Like This Could Deliver 40% of America’s Power», Out-2017. Disponível em: <https://www.sciencealert.com/transparent-solar-cells-satisfy-40-of-american-power-needs-see-through-light>.
- [6] E. Kabir, P. Kumar, S. Kumar, A. A. Adelodun, e K.-H. Kim, «Solar energy: Potential and future prospects», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, pp. 894–900, Fev. 2018.
- [7] Bloomenergy, «How fuel cells work», 2019. Disponível em: <https://www.bloomenergy.com/how-fuel-cells-work>.
- [8] R. Smith, «How Hawaii plans to be the first US state to run entirely on clean energy», *World Economic Forum*, Ago-2018. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2018/08/how-hawaii-plans-to-be-the-first-us-state-to-run-entirely-on-clean-energy>.
- [9] State of Hawaii Department of Business, Economic Development, and Tourism, «Hawaii Energy Facts & Figures». Maio, 2016.
- [10] F. Lambert, «Tesla deploys new microgrid projects with Powerpacks in Samoa to help the islands go fossil fuel-free», Jul-2018. Disponível em: <https://electrek.co/2018/07/25/tesla-microgrid-powerpack-projects-samoa-fossil-fuel-free/>.
- [11] J. Filipe Ferreira Berenga, «Estudo de Viabilidade de uma Instalação Fotovoltaica num Edifício existente», ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2012.
- [12] «Solar Photovoltaic Technology Basics», *U.S. Department Of Energy*, 2013. Disponível em: <https://www.energy.gov/eere/solar/articles/solar-photovoltaic-technology-basics>.

- [13] R. Castro, *Uma Introdução às Energias Renováveis*, 1^a., vol. I, II vols. IST - Instituto Superior Técnico, 2011.
- [14] European Photovoltaic Industry Association, «Global Market Outlook For Photovoltaics». 2018-2014.
- [15] European Photovoltaic Industry Association, «Global Market Outlook For Photovoltaics». 2021-2017.
- [16] P. Reis, «Portugal terá 14 novas centrais solares fotovoltaicas», *Portal Energia - Energias Renováveis*, 2017. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/portugal-novas-centrais-solares-fotovoltaicas/>.
- [17] P. Reis, «Maior projecto de energia solar em Portugal foi adquirido pela Allianz», *Portal Energia - Energias Renováveis*, Dez-2018. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/maior-projeto-energia-solar-portugal/>.
- [18] A. Cavaco, H. Silva, P. Canhoto, S. Neves, J. Neto, e M. C. Pereira, «Radiação Solar Global em Portugal e a sua variabilidade, mensal e anual», p. 32.
- [19] «Balanço da Produção de Electricidade de Portugal Continental», Ago-2019. Disponível em: <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>.
- [20] República Portuguesa, «Portugal quer triplicar a produção de energia solar até 2020», *República Portuguesa*, Jun-2018. Disponível em: <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc21/comunicacao/noticia?i=portugal-quer-triplicar-a-producao-de-energia-solar-ate-2020>.
- [21] S. K. Sansaniwal, V. Sharma, e J. Mathur, «Energy and exergy analyses of various typical solar energy applications: A comprehensive review», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, pp. 1576–1601, Fev. 2018.
- [22] P. G. V. Sampaio e M. O. A. González, «Photovoltaic solar energy: Conceptual framework», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 74, pp. 590–601, Jul. 2017.
- [23] W. Herche, «Solar energy strategies in the U.S. utility market», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 77, pp. 590–595, Set. 2017.
- [24] N. Rafael da Silva Sá, «Sistema de Conversão de Energia Solar Fotovoltaica para carregamento de um Veículo Elétrico», 2017.
- [25] S. McFadyen, «Photovoltaic - Electrical Calculations», *My Electr. Eng.*, Jul. 2013.
- [26] ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, «Qualidade de energia elétrica», *ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos*, 2017. Disponível em:

<http://www.erse.pt/pt/electricidade/qualidadedeservico/qualidadedeservicotecnica/Paginas/Qualidadedaondadetensao.aspx>.

- [27] F. Alexandre de Sousa Pereira e M. Ângelo Sarmento de Oliveira, *Curso Técnico Instalador de Energia Solar Fotovoltaica*, 2^a., vol. 1, 1 vols. Publindústria, 2015.
- [28] pveducation.org, «Fill Factor», *pveducation.org*, 2019. Disponível em: <https://www.pveducation.org/pvcdrom/solar-cell-operation/fill-factor>.
- [29] R. Castro, «Introdução à energia Fotovoltaica». IST - Instituto Superior Técnico, 2002.
- [30] «Bitzer», 2019. Disponível em: <https://www.bitzer.de/pt/pt/documentation/?lng=pt&lang=pt>.
- [31] Parlamento Europeu, «Regulamento N°517/2014 do parlamento europeu», p. 36.
- [32] E. Nunes, «Refrigeração Industrial e Comercial». ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2018.
- [33] PROCEL Indústria Eficiência energética industrial, *Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial*, PROCEL Indústria Eficiência energética industrial., vol. 1, 1 vols. Brazil, 2005.
- [34] Kide, «Panel frigorífico industrial Kide», p. 4, 2017.
- [35] P. Costa, «Transmissão de Calor». ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2017.
- [36] Diário da República, «Regras técnicas das instalações eléctricas de baixa tensão». 2000.
- [37] European Committee for Standardization, «EN 12464-1». European Committee for Standardization, 2002.
- [38] Centauro Internacional Lda, *Catálogo Técnico Resumido e Tabela de Preços*.
- [39] Gasservei, «R-1234ze (Gas-servei)», 2019. Disponível em: <https://www.gas-servei.com/productos/refrigerantes/refrigerantes-hfo/gasficha/r-1234ze/>.
- [40] A-GAS, «R-1234ze (A-gas)», 2019. Disponível em: <https://www.agaseurope.com/products-and-services/products-refrigerants/low-gwp-alternatives/r1234ze/>.
- [41] ASHRAE Standard Committee, *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*. USA: ASHRAE, 2018.

- [42] *COOLSELECTOR2*. Danfoss, 2019.
- [43] R. Almaral, «Mafírol», 2019. Disponível em:
http://www.mafírol.pt/produtos/produtos_show.htm?idf=3&title=REFRIGERA%C7%C3O&idp=10.
- [44] *DANCAP*. Danfoss, 2019.
- [45] «Photovoltaic Geographical Information System». European Commission, Set-2017.
- [46] P. Reis, «Guia prático para comprar painéis solares fotovoltaicos», Abr-2019. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/guia-pratico-comprar-paineis-solares-fotovoltaicos/>.
- [47] P. Reis, «Painéis Solares fotovoltaicos SolarWorld o valor real da qualidade», Abr-2016. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/paineis-solares-fotovoltaicos-solarworld-o-valor-real-da-qualidade/>.
- [48] «Canadian Solar», 2019. Disponível em: <https://www.canadiansolar.com/>.
- [49] N. Henriques e F. Rodrigues, «Sistemas Electromagnéticos». ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2018-2017.
- [50] A. Abreu, «Avaliação e gestão de projectos». ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2019.
- [51] G. Masson, «Solar Photovoltaics Competing in Energy Sector», *EPIA - Eur. Photovolt. Ind. Assoc.*, p. 24, Set. 2011.

Anexos

Neste capítulo são apresentadas todas as fichas técnicas, cálculos e imagens que não devem estar inseridas no texto corrido. Servem como consulta.

Anexo 1 – Instalações FV em Portugal

Nome	Localização	Potência Instalada [MW]	Ano
Condeixa	Coimbra	2,4	-
Estoi 2	Faro	1	-
Inov Lx	Lisboa	2	-
Inov OP	Porto	2	-
Casal da Joudina	Porto	0,01	2006
Lamelas	Bragança	0,11	2006
Santo António	Porto	0,01	2006
Valadas	Santarém	0,4	2006
Corte de Pão e Água	Beja	0,76	2007
Serpa	Beja	11	2007
Almodôvar	Beja	1,1	2007
Amareleja	Beja	45,8	2008
Interior Alentejano	Beja	2,2	2008
Olva	Beja	2,37	2008
Ferreira do Alentejo	Beja	10	2009
Ferreira do Alentejo	Beja	12,7	2009
MARL Energia	Lisboa	6	2009
Monte da Chaminé	Beja	1,4	2009
Monte da Vinha	Beja	0,4	2009
Canical	R.A. Madeira	6,6	2010
Castanhos	Beja	1,3	2010
Malhada Velha	Beja	1	2010
Porteirinhos	Beja	6,2	2010
Porto Santo	R.A. Madeira	2	2010
Palmela	Setúbal	1,6	2011
Avalades	Faro	14	2012
Ferreiras	Faro	6	2012
Loiral	R.A. Madeira	7,2	2012
Malhada Velha 2	Beja	9	2012
Paul Solar	R.A. Madeira	2	2012
Quinta do Louseiro	Évora	1,1	2012
A Tartaruga e a Lebre	Lisboa	0,023	2013
Acil 1	Setúbal	2	2013
Acil 2	Setúbal	2	2013
Alfouvar	Lisboa	2	2013
Alto dos Fetais 1	Lisboa	0,1	2013
Alto dos Fetais 2	Lisboa	0,1	2013
Canha	Setúbal	6	2013
Estoi 1	Faro	1	2013
Flamenguinha	Évora	2	2013
Galelas	Lisboa	2	2013
Malhapão	Lisboa	2	2013
Quinta do Caracol	Faro	0,016	2013
Tejo Rei	Lisboa	2	2013
Associação João Santos	Lisboa	0,045	2014
Biovilla	Setúbal	0,007	2014
Cabrela	Évora	12	2014
Canha/Alpenduradas	Setúbal	12	2014
CAO Júlia Moreira	Lisboa	0,03	2014
Casal dos Cabeços	Santarém	2,3	2014
Coruche 1A	Santarém	2	2014
Coruche 1B	Santarém	2	2014
Coruche 1C	Santarém	2	2014
Coruche 2	Santarém	2	2014
Coruche 3	Santarém	8	2014
CPV Évora	Évora	1	2014
Estarreja	Aveiro	2,48	2014
Estoi 3	Faro	1	2014
Fanhões	Lisboa	2	2014
Luz-On	Faro	1,2	2014
Mangualde - Biblioteca	Viseu	0,023	2014
Mangualde - ETAR	Viseu	0,065	2014
Marinha	Aveiro	2,2	2014
Martim Longo 1	Faro	1,102	2014
Martim Longo 2	Faro	1,102	2014
Riba d'Ave	Braga	2,4	2014
Sacavém	Lisboa	2	2014
Salgueirinha	Setúbal	4	2014
Santo Varão	Coimbra	2	2014
Seixal 1	Setúbal	2	2014

Seixal 2	Setúbal	8	2014
Seixal 3	Setúbal	8	2014
Sol Cativante 5	Faro	6	2014
Sol Cativante 7	Faro	4	2014
Suncoutim	Faro	1	2014
Trajouce 1	Lisboa	2	2014
Trajouce 2	Lisboa	2	2014
Central Fotovoltaica da ETA de Alcantarilha	Faro	0,43	2015
Central Fotovoltaica da ETA de Tavira	Faro	0,43	2015
Eresolar	Évora	5	2015
Helios Evosol	Évora	5	2015
Lagos	Faro	2,3	2015
Mexilhoeira Grande	Faro	2,3	2015
Resun	Évora	5	2015
About the Future	Setúbal	2,29	2016
Campo do Ameixial	Évora	5	2016
Fundação Irene Rolo	Faro	0,0046	2016
Projeto Graciosa (central fotovoltaica)	R.A. Açores	1	2016
ASMAL	Faro	0,046	2017
Cerciespinho	Aveiro	0,1166	2017
Monte das Flores	Évora	2,9	2017
Montes Novos	Évora	2,753	2017
Pisões	Vila Real	0,22	2017
São Bento do Ameixial 1	Évora	0,676	2017
São Bento do Ameixial 2	Évora	1,379	2017
Cachopo	Faro	2	2018
Cercimor - Lar residencial	Évora	0,41	2018
Escola JG Zarco	Lisboa	0,56	2018
Lar S. Silvestre	Castelo Branco	0,864	2018

Anexo 2 – Tipos de células fotovoltaicas

Quadro adaptado de (Razykov et al., 2011), (Sampaio & González, 2017), (Rafael da Silva Sá, 2017) e (Castro, 2011).

Silicon Solar Cells	
Crystalline Si Solar Cells	
	<p>São produzidas através do processo de Czochralski. Processo esse onde o núcleo de cristal é imerso num banho, de silício fundido e boro, do tipo p¹, com temperaturas perto do ponto de fusão, cerca de 1400°C. [17]</p> <p>É possível ver na figura acima, da esquerda para a direita, o minério de silício purificado em pequenos diamantes brancos acinzentados, o forno de Czochralski, lingote de silício, as fatias (wafers) e a célula fotovoltaica monocristalina</p> <p>É o material mais usado na composição das células fotovoltaicas, atingindo cerca de 90% do mercado mundial. O rendimento máximo atingido em laboratório ronda os 24%, o qual em utilização prática se traduz em cerca de 15%. A produção de silício cristalino é cara.</p>
Polycrystalline Water Si Solar Cells	
	<p>As células de silício policristalino também são feitas de silício purificado, porém o processo para a sua obtenção é diferente. Observando a sequência de imagens acima é possível ver o silício purificado que começa por ser fundido em grandes blocos, os "tijolos de silício", de seguida são cortados às fatias, <i>wafers</i>, e por fim obtém-se a célula fotovoltaica policristalina.</p> <p>São relativamente menos eficientes do que as de silício monocristalino e chegam a rendimentos de 12-15%.</p>
Thin-Film c-Si and Pc-Si Solar Cells	
	<p>As células de filme fino, descobertas em meados dos anos 70, têm inúmeras vantagens relativamente as restantes de estrutura cristalina. Entre elas, o facto de poderem ser reduzidas para espessuras de 1µm e consequentemente precisarem de menos material para a sua construção.</p> <p>Apesar de terem sido descobertas há vários anos atrás, foram precisos cerca de 30 para começarem a obter eficiências razoáveis.</p>
Thin-Film Amorphous and Nano-Si Solar Cells	
	<p>Células sob grande investigação. Apesar de não terem a estrutura cristalina das anteriores, oferecem uma nova forma de converter energia solar em energia eléctrica com melhores eficiências a custos reduzidos.</p> <p>Em termos de comparação, são células que requerem menos silício para obter as mesmas eficiências que as células referidas anteriormente.</p> <p>O silício amorfo absorve a radiação solar de uma maneira muito mais eficiente do que o silício cristalino, pelo que é possível depositar uma fina película 16 µm de silício amorfo sobre um substrato (metal, vidro, plástico). Este processo de fabrico é ainda mais barato do que o do silício policristalino. Existem equipamentos solares domésticos como calculadoras e relógios que são alimentados com células de silício amorfo, representando cerca de 4% do mercado. Em laboratório é possível obter rendimentos da ordem de 13%, mas as propriedades conversoras do material deterioram-se em utilização prática, pelo que os rendimentos descem para cerca de 6 % [22]. Em contrapartida permite que sejam depositadas sobre uma vasta gama de substratos, quer sejam rígidos ou flexíveis [10 e 19].</p> <p>As células de Silício micro Amorfo (µ-Si), também designadas por células híbridas, são formadas a partir da junção de células microcristalinas com células de silício amorfo. Apesar de poder atingir eficiências interessantes, cerca de 12%, comparativamente com as restantes tecnologias Fotovoltaicas, precisa de áreas maiores que as concorrentes para atingir a mesma eficiência. [19]</p> <p>É um tipo de célula com cerca de 9 % de utilização em todo o mundo.</p>
Thin-film chalcogenide solar cells	
II-VI, II-VI solar cells	
	<p>CdTe cells - Cadmium Telluride</p> <p>Com uma elevada eficiência, são das células mais promissoras a nível de películas de filme fotovoltaico. Em contrapartida são tóxicas e prejudicam o meio ambiente. Outro potencial problema é a escassez de Te, <i>Tellurium</i>, levando ao aumento exponencial do preço da célula</p>
I-III-VI₂ solar cells	
	<p>CIGS solar cells - Copper Indium Selenide (CIS) e Copper Indium Gallium Selenide (CIGS)</p> <p>As células de Cobre-Índio-Gálio-Selênio (CIGS), em que a sua constituição, ao contrário das células feitas com silício, que são baseadas numa junção p-n² de um mesmo material, são feitas com várias camadas ultrafinas de diferentes semicondutores, onde cada semicondutor apresenta diferentes intervalos de energia. Quanto à sua eficiência, varia entre 12% a 18% consoante a área da respectiva célula.</p>
III-V single and multi-junction solar cells	
	<p>São células utilizadas normalmente na área espacial devido ao seu elevado custo. Ao contrário das outras células, as de junção simples chegam a eficiências de 30%, as de junção múltipla conseguem ultrapassar a barreira dos 40%, teoricamente falando.</p>

¹ Um semicondutor diz-se do tipo p quando as concentrações de eletrões são muito superiores às lacunas.

² Num cristal de semicondutor são adicionadas num dos lados impurezas do tipo dador e no outro lado impurezas do tipo receptor. A esta junção formada por um processo metalúrgico dá-se o nome de junção p-n.

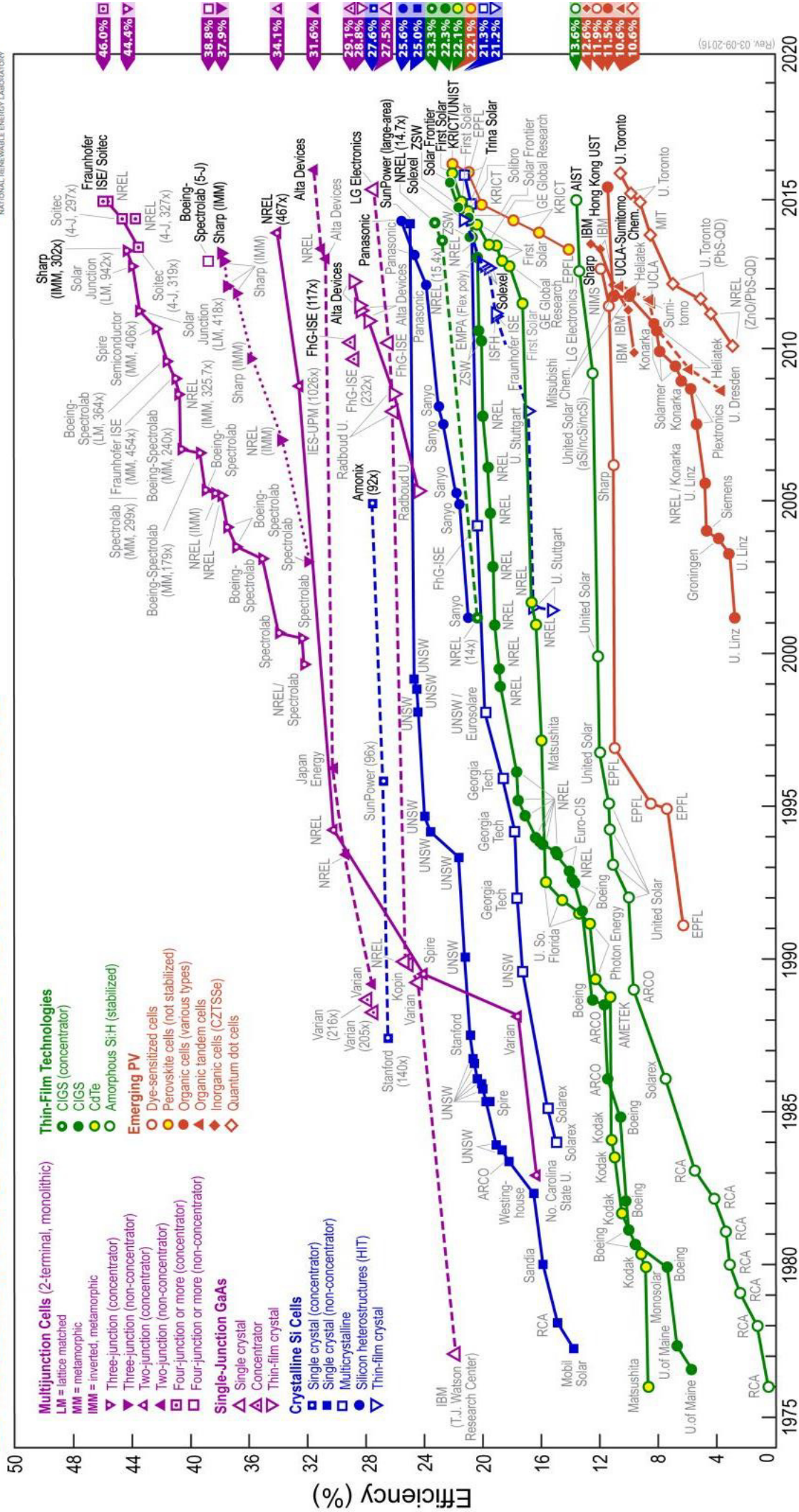
Nanophotovoltaics	
	Quantum well solar cells
	São células com custos e performances muito competitivas. As QWSC têm o potencial para alcançar eficiências muito elevadas. Actualmente, devido à sua junção <i>standard</i> p-n, as eficiências estão limitadas a cerca de 30%. Existem estudos actuais para ultrapassarem esta barreira, diminuindo a distância entre as junções.
	Quantum dot solar cells
	As QDs são nano células de estrutura cristalina, ou por outras palavras, um granulado de um material semiconductor, que podem ser produzidos por uma grande variedade de métodos A principal vantagem deste tipo de células é a capacidade para sintonizar a absorção apenas com a variação de diâmetro da própria célula " <i>simply by choosing the dot diameter</i> ".
	Dye-sensitized solar cells
	Células Sensibilizadas por Corantes (Dye sensitized), ou também designadas por células de Gratzel, baseadas num mecanismo foto-electro-químico rápido e regenerativo. Na sua composição temos um elétrodo de Dióxido de Titânio (TiO ₂) com corante, quanto à sua produção tem um custo relativamente baixo.
	Organic Solar cells
	Células Orgânicas, compostas por materiais orgânicos como dadores e recetores de eletrões e lacunas, a sua eficiência pode atingir os 8%. Tem a vantagem de usar materiais económicos, mas em contrapartida necessita de ter uma área maior para atingir níveis de potência semelhantes ao das outras tecnologias.

Anexo 3 – Células FV e as suas eficiências

Evolução rendimento das células fotovoltaicas ao longo dos anos



EFICIÊNCIA DAS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS



(Rev. 03-09-2016)

Anexo 4 – Flúidos Frigoríficos

Refrigerantes e os respectivos substitutos ecológicos

Refrigerant type	Composition (Formula)	Substitute / Alternative for	Application range	ODP [R11=1,0]	GWP _(100a) [Ⓢ] [CO ₂ =1,0] AR4 (AR5)	Safety group [Ⓢ]
HCFC-Refrigerants						
R22	CHClF ₂	R502 (R12 [Ⓢ])		0.055	1810 (1760)	A1
R124	CHClFCF ₃	R114 [Ⓢ] , R12B1		0.022	609 (527)	A1
R142b	CClF ₂ CH ₃			0.065	2310 (1980)	A2
HFC Single-component Refrigerants						
R134a	CF ₃ CH ₂ F	R12 (R22 [Ⓢ])	see page 40	0	1430 (1300)	A1
R152a	CHF ₂ CH ₃	mainly used as part components for blends			124 (138)	A2
R125	CF ₃ CHF ₂				3500 (3170)	A1
R143a	CF ₃ CH ₃				4470 (4800)	A2L
R32	CH ₂ F ₂				675 (677)	A2L
R227ea	CF ₃ -CHF-CF ₃	R12B1, R114 [Ⓢ]		3220 (3350)	A1	
R236fa	CF ₃ -CH ₂ -CF ₃	R114		9810 (8060)	A1	
R23	CHF ₃	R13 (R503)		14800 (12400)	A1	
HFC Blends						
R404A	R143a/125/134a	R22 (R502)	see page 40	0	3922 (3940)	A1
R507A	R143a/125				3985 (3990)	A1
R407A	R32/125/134a				2107 (1920)	A1
R407F	R32/125/134a				1825 (1670)	A1
R422A	R125/134a/600a				3143 (2850)	A1
R437A	R125/134a/600/601	R12 (R500)		1805 (1640)	A1	
R407C	R32/125/134a	R22	see page 40	0	1774 (1620)	A1
R417A	R125/134a/600				2346 (2130)	A1
R417B	R125/134a/600				2920 (2740)	A1
R422D	R125/134a/600a				2729 (2470)	A1
R427A	R32/125/143a/134a				2138 (2020)	A1
R438A	R32/125/134a/600/601a				2264 (2060)	A1
R410A	R32/125	R22 [Ⓢ] (R13B1 [Ⓢ])		2088 (1920)	A1	
ISCEON MO89	R125/218/290	R13B1 [Ⓢ]		3805 (3324)	N/A	
R508A	R23/116	R503		13210 (11600)	A1	
R508B	R23/116		13400 (11700)	A1		
HFO and HFO/HFC Blends – further blends and data see page 25						
R1234yf	CF ₃ CF=CH ₂	R134a	see page 40	0	4 (< 1)	A2L
R1234ze(E)	CF ₃ CH=CHF				7 (< 1)	A2L
R513A (XP10)	R1234yf/134a				631 (573)	A1
R450A (N-13)	R1234ze(E)/134a				605 (547)	A1
R448A (N-40)	R32/125/1234yf/1234ze(E)/134a	R404A, R507A		1387 (1270)	A1	
R449A (XP40)	R32/125/1234yf/134a		1397 (1280)	A1		
Halogen free Refrigerants						
R717	NH ₃	R404A (R22)	see page 41	0	0	B2L
R723	NH ₃ /R-E170	R404A (R22)			1	B2
R600a [Ⓢ]	C ₂ H ₆	R134a [Ⓢ]			3	A3
R290	C ₃ H ₈	R404A (R22)			3	A3
R1270	C ₃ H ₆	R404A (R22)			2	A3
R170	C ₂ H ₆	R23		6	A3	
R744	CO ₂	various		1	A1	

Fig. 33 Refrigerant properties (continued on Fig. 34)

Table 3B Refrigerant Environmental Properties

Refrigerant	Atmospheric Lifetime, years ^a	ODP ^b	GWP ₁₀₀ ^a
CFC-11	45	1	4660
CFC-12	100	0.73	10 800
CFC-13	640	1	13 900
CFC-113	85	0.81	5820
CFC-114	190	0.50	8590
CFC-115	1020	0.26	7670
HCFC-22	11.9	0.034	1760
HCFC-123	1.3	0.01	79
HCFC-124	5.9	0.02	527
HCFC-142b	17.2	0.057	1980
HCFO-1233zd(E)	0.071	0.00034	1
HE-E170	0.015 ^b	0.00	1 ^b
HFC-23	222	0.00	12 400 (11 700) ^c
HFC-32	5.2	0.00	677 (650) ^c
HFC-125	28.2	0.00	3170 (2800) ^c
HFC-134a	13.4	0.00	1300 (1300) ^c
HFC-143a	47.1	0.00	4800 (3800) ^c
HFC-152a	1.5	0.00	138 (140) ^c
HFC-227ea	38.9	0.00	3350 (2900) ^c
HFC-236fa	242	0.00	8060 (6300) ^c
HFC-245fa	7.7	0.00	858
HFO-1234yf	0.029	0.00	<1
HFO-1234ze(E)	0.045	0.00	<1
HFO-1336mzz(Z)	0.07	0.00	2
PFC-116	10 000	0.00	11 100 (9200) ^c
PFC-218	2600	0.00	8900 (7000) ^c
C318	3200	0.00	9540 (8700) ^c
HC-290	0.034 ^b	0.00	5 ^b
HC-600		0.00	4 ^b
HC-600a	0.016 ^b	0.00	~20 ^b
HC-601a	0.009 ^b	0.00	~20 ^b
HC-1270	0.001 ^b	0.00	1.8 ^b
R-717		0.00	
R-744		0.00	1 (1) ^c

Sources: IPCC (2013).

^aAtmospheric lifetimes and GWP₁₀₀s from IPCC (2013) except where indicated.

^bFrom Table 2-7 of Calm et al. (2015)

^cGWP₁₀₀ values stipulated for reporting under Kyoto Protocol from Table 2-5 of Calm et al. (2015).

Anexo 5 – Painei de Poliuretano

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Panel Frigorífico Industrial KIDE



Miembro de las asociaciones siguientes:

APIP'ÑA	Asociación de Fabricantes de Paneles de Poliuretano Inyectado de España
ANDIMAT	Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes
SNI	Syndicat National de l'Isolation
ANEFRYC	Asociación Nacional de Empresas de Maquinaria y Equipos para la producción de Frío y Climatización
AEC	Asociación Española de la Calidad
EOQ	European Organization for Quality

Norma UNE-EN-14509
Norma UNE-EN-ISO-9001
Norma UNE-EN-ISO-14001
Prevención de Riesgos Laborales

kide



Polígono Gardotza s/n, 48710 BERRIATUA, Bizkaia- ESPAÑA
 Tel: +34 94 603 62 08
 Fax: +34 94 603 62 21
 E-mail: kide@kide.com
 http: //www.kide.com

1 Concepto

1.1 Definición

Los paneles prefabricados KIDE están constituidos por un alma aislante de espuma rígida de poliuretano, cuyas dos superficies reciben un recubrimiento de chapa electrolitizada y lacada en su versión standard.

Los paneles permiten la realización por unión entre ellos de paredes, suelos y techos aislados, constituyendo una Cámara frigorífica, o un recinto climatizado a temperatura positiva o negativa.

La unión entre paneles se realiza por presión de la junta macho-hembra y un sistema de gancho incorporado sobre los lados largos de los paneles.

Las cámaras o recintos deben estar protegidos siempre por una cubierta.

La estructura portante de la construcción es preferentemente exterior.

Los paneles no colaboran a la estabilidad estructural del edificio.

Cuando los paneles constituyan parte de la fachada que da al exterior del edificio, KIDE recomienda:

- a) El acabado exterior será siempre chapa de 0,6 mm. de espesor y perfilada.
- b) Siliconar las juntas entre paneles.
- c) El color deberá ser blanco.
- d) El acabado superficial de estos paneles de diseño y aplicación industrial, puede presentar el efecto denominado de AGUAS. Esta característica estética (muy subjetiva) es habitualmente admisible.

Para evitar problemas debido a la condensación:

- Los huecos entre el techo y el tejado o entreplanta deben ser ventilados eficazmente.
- Se recomienda aislar los suelos de cámaras cuya temperatura esté próxima a 0 + 5°C cuando vayan situadas en entreplantas, sobre locales, etc.

1.2 Objeto

Este documento tiene por objeto el definir para este producto y sus accesorios las prescripciones mínimas de concepción, fabricación, embalaje, montaje y mantenimiento, teniendo en cuenta la experiencia profesional de KIDE, las Leyes y Normas en vigor actualmente y de las exigencias de seguridad, durabilidad y confort esperados por los utilizadores.

2 Descripción del producto final

El sistema KIDE está compuesto de paneles tipo Sandwich con aislamiento de poliuretano inyectado, siguiendo la Norma UNE-EN-14509, prefabricados en su nave industrial. Estos elementos se presentan bajo la forma de paneles suministrados a la longitud de uso.

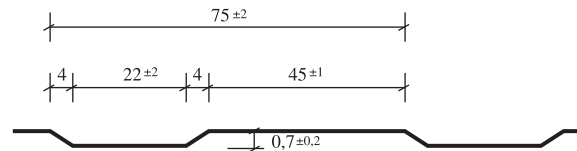
Composición del panel

- Dos caras de acero galvanizado, prelacado, perfilado o liso. (Dibujo 2.1)
- Un alma de espuma rígida de poliuretano.

IMPORTANTE: KIDE recomienda siempre el uso de chapa perfilada. En caso de que el cliente quiera un acabado liso, deberá ser SIEMPRE en espesor 0,6 mm.

El perfilado tiene las dimensiones siguientes:

DIBUJO 2.1



3 Especificaciones técnicas de los materiales y componentes utilizados

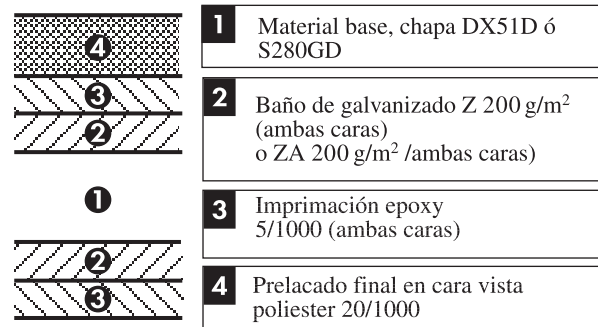
3.1 Los materiales de cobertura:

- Actúan como miembros resistentes de un elemento compuesto ante esfuerzos de tracción o compresión.
- Sirven como cara impermeabilizante y estanca al agua y agentes externos.

3.1.1 Material standard

Chapa prelacada Normas UNE- EN 10169-1 compuesta de:

DIBUJO 3.1



- Pintura Calidad alimentaria según directiva CEE 90/128
- Color blanco.
- Enderezado bajo tensión.
- Bajo pedido se puede suministrar otro tipo de chapas como ACERO INOXIDABLE AISI 304 según EN 10-088 y otro tipo de revestimientos tales como PLASTISOL (100 micras), PVDF (25 micras), CHAPA PLASTIFICADA (film de PVC 120 micras pegado sobre la chapa).
- La chapa prelacada lleva incorporada en su cara exterior un revestimiento plástico que la protege de rayaduras y otros incidentes que pueden ocurrir durante el manipulado de las mismas.

3.1.2 Tolerancia de fabricación

- Sobre espesores de material de cobertura según Normas UNE-EN 10143.
- Sobre dimensiones de los paneles cumple lo exigido según Norma UNE-EN 14509. (Tabla 3-1)

Tabla 3.1

DIMENSIÓN	TOLERANCIA (máxima permisible)
Espesor del panel	D ≤ 100 mm ± 2 mm D > 100 mm ± 2 %
Desviación del plano (según la longitud de la medida L)	Para L = 200 mm – Desviación del plano 0,6 mm Para L = 400 mm – Desviación del plano 1,0 mm Para L > 700 mm – Desviación del plano 1,5 mm
Longitud del panel	L ≤ 3 m ± 5 mm L > 3 m ± 10 mm
Anchura del panel	W ± 2 mm
Desviación respecto a la perpendicularidad	0,006 x w (anchura de cubierta nominal)
Desviación de la recta (en longitud)	1 mm por metro, máximo 5 mm
Arqueado (curvatura en longitud)	2 mm por metro, máximo 10 mm

3.2 Aislante

3.2.1 Componentes básicos

Espuma rígida de poliuretano obtenida por reacción química entre:

- Polioliol
- Isocianato
- Agente espumante
- Catalizadores

3.2.2 Características específicas

- Aislante de células cerradas.
- Densidad media 40 Kg/m³ (tolerancia + 3 – 0 Kg/m³)
- Conductividad térmica ($\lambda = 0,023$ W/m°C).
- Coeficiente de transmisión térmica media "U" en función del espesor de los paneles.

ESPESOR en mm	60	75	100	120	150	180	200
U (W/m ² °C)	0,38	0,31	0,23	0,19	0,15	0,13	0,12

3.2.3 Clasificación al fuego

Con la armonización, a nivel europeo, de las normas de clasificación al fuego para los materiales de construcción, y su adaptación a la nueva reglamentación según Real Decreto 312/2005 del 18 de marzo de 2005, el panel se clasifica en su reacción al fuego según la Norma UNE-EN 13501-1 (Euroclases).

–Panel Bs2dO

3.2.4 Aislamiento acústico

El aislamiento acústico de los paneles de poliuretano de KIDE es de: $R_w = 24$ (-1; -2) dB.

3.3 Accesorios diversos

- Perfiles extruidos en aluminio o en PVC.
- Gancho de acero inoxidable.
- Mastic silicona.
- Mastic poliuretano.
- Espuma de poliuretano reticulado de células cerradas.
- Mastic butilo.

4 Elementos

4.1 Paneles

- Ancho útil de los paneles: 1.180 mm.
- Los espesores de los paneles variarán de 60 mm. hasta 200 mm.
- La longitud máxima de fabricación será: 12 m y la mínima de 1,5 m.
- Los lados largos de los paneles tienen un conformado machihembrado.

Los paneles verticales podrán presentar (Dibujo 4.1):

- Canto superior:
 - Plano (en recintos positivos)
 - Escalonado en forma de "L", dependiendo del espesor del panel de techo (en recintos negativos)
- Canto inferior:
 - Plano

Los paneles de techo presentarán los dos cantos planos.

Tanto los paneles verticales como los de techo podrán tener unos insertos metálicos si la fijación sobre la estructura se realiza por medio de grapas.

4.2 Accesorios

4.2.1 Insertos de fijación

Son realizados en chapa de acero de 3 mm. de espesor. (Dibujo 4.2)

4.2.2 Fijación de los paneles verticales

Se realiza por medio de grapas fijadas sobre los insertos. (Dibujo 4.3).

Siempre con dos tornillos DIN 7504-K Ø 6,3x32.

También se realiza por medio de varillas pasantes al panel.

4.2.3 Fijación de los paneles de techo

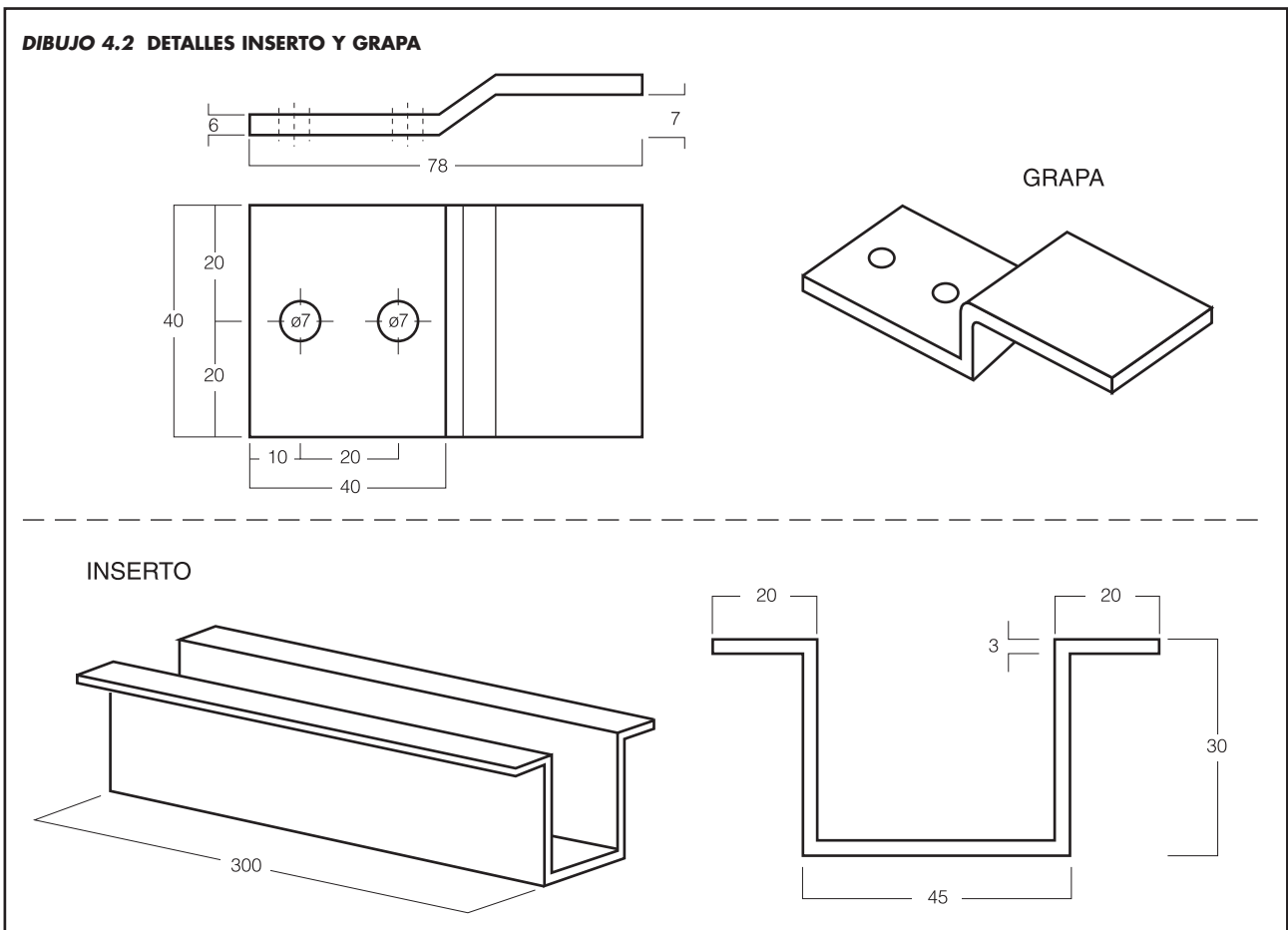
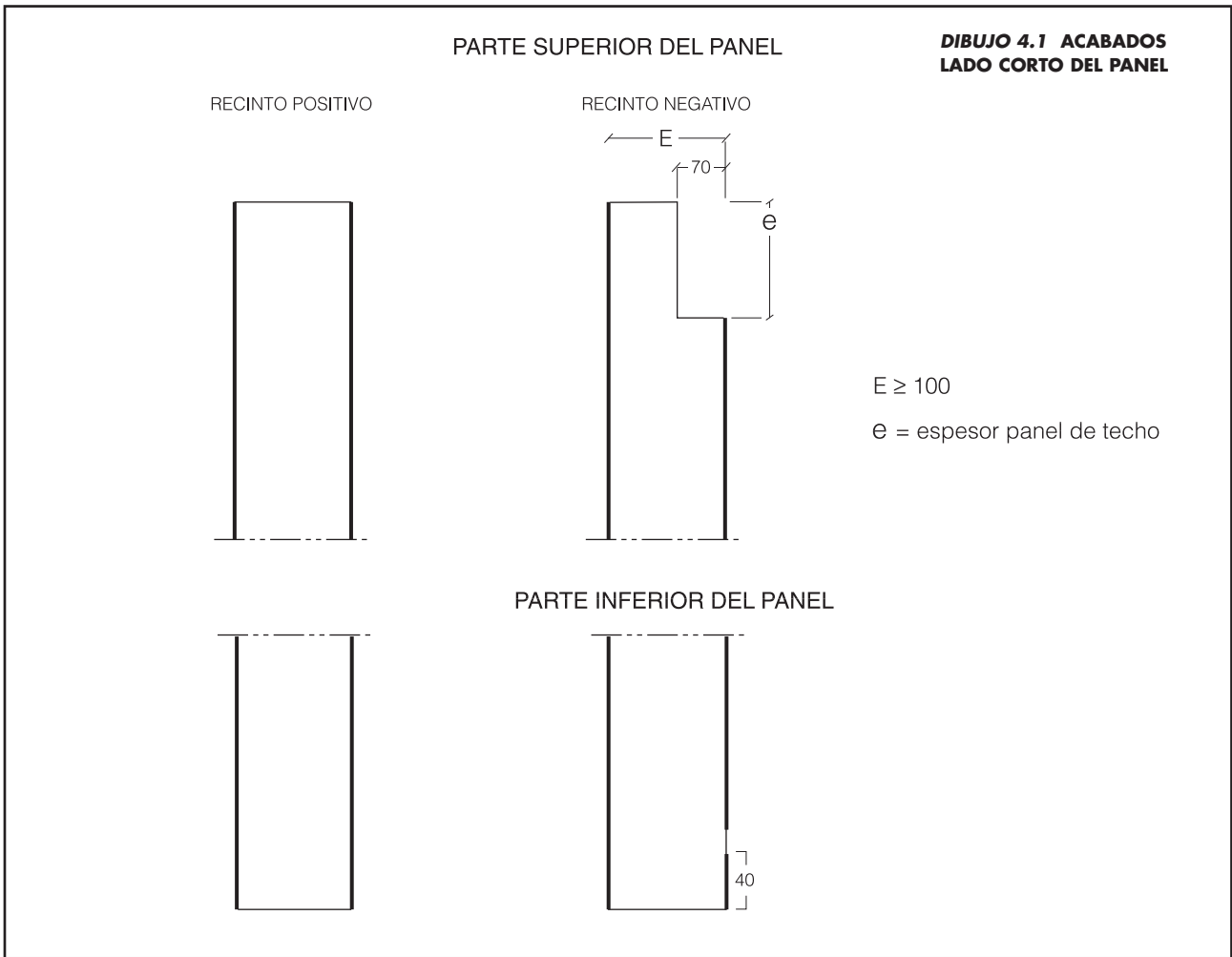
Se realiza por medio de perfiles en "T" realizados en aluminio extruido o en poliéster pultrusionado. (Dibujo 4.4)

Eventualmente pueden utilizarse grapas, bridas o casquillos aislantes.

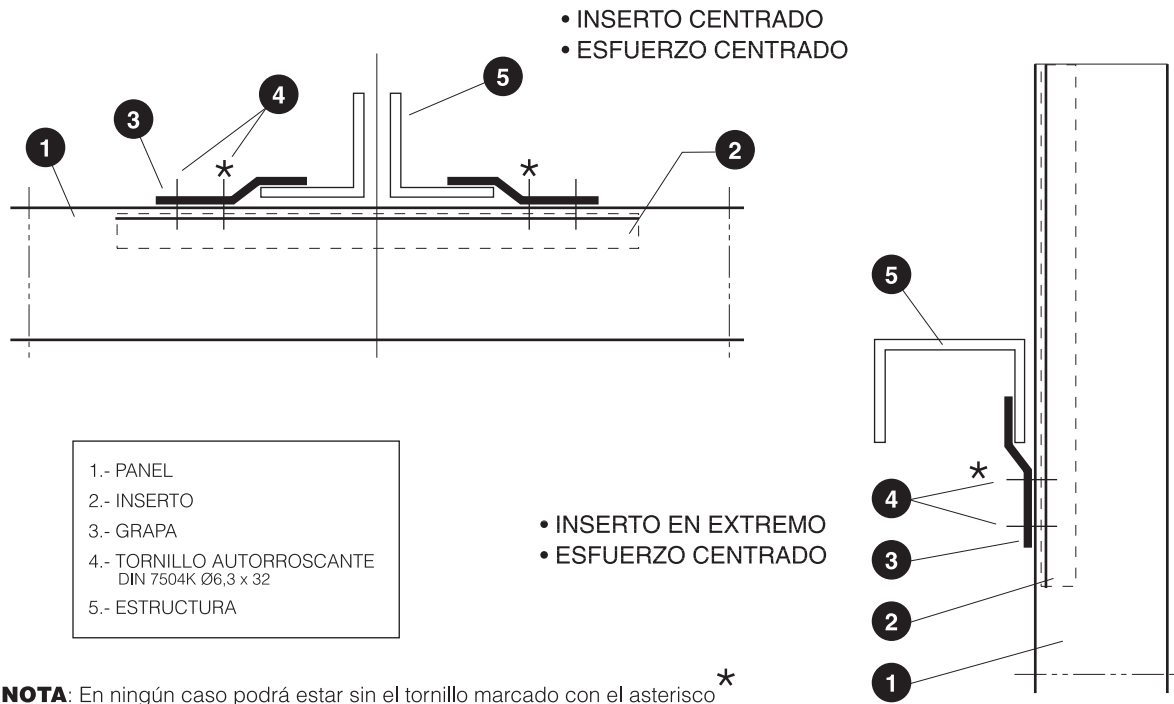
4.2.4 Perfiles de unión y acabado

Son realizados a partir de chapa del mismo tipo que la utilizada para las paredes de los paneles. Los lados largos poseen un plegado de 180° hacia el interior.

La longitud de estos elementos será de 3 m



DIBUJO 4.3 FIJACION DE PANEL POR INSERTOS Y GRAPAS



5 Fabricación y control

KIDE es una EMPRESA REGISTRADA Y CERTIFICADA por AENOR con el número ER-0110-1993, por tener un SISTEMA DE CALIDAD según UNE-EN-ISO-9001 y con el n° GA-1997/0017 por tener un SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL según UNE-EN-ISO-14001, cuyo alcance es el diseño, desarrollo y producción de equipos de frío comerciales y de paneles sandwich aislantes de poliuretano, poliestireno y lana mineral, y puertas para cámaras, locales y recintos frigoríficos y climatizados.

Su panel de poliuretano con cobertura metálica dispone del sello "N" de AENOR según la norma EN-14509.

Los paneles KIDE se fabrican en la nave industrial de KIDE, situada en BERRIATUA (Vizcaya) teniendo en cuenta las Normas y Sistemas:

ERAIKIZ	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
UNE-EN-ISO-9001	SISTEMA DE CALIDAD
UNE-EN-ISO-14001	SISTEMA DE GESTION MEDIOAMBIENTAL
UNE-EN-14509	PANELES SANDWICH AISLANTES AUTOPORTANTES DE DOBLE CARA METALICA

5.1 Control del proceso y del producto

- Control del proceso productivo por el Departamento de Calidad siguiendo los procedimientos e instrucciones establecidos para la fabricación del panel.
- Control del producto por el Departamento de Calidad:
 - Dimensiones del panel
 - Acabado del panel
 - Espesor de la chapa
 - Resistencia a la tracción y compresión
 - Módulo de elasticidad a la tracción y compresión
 - Resistencia a la flexión
 - Estabilidad dimensional

5.2 Control anual de las características del panel

Son realizados en laboratorios reconocidos donde se verifica si el panel cumple la Norma UNE-EN-14509.

- Densidad
- Resistencia a la tracción
- Resistencia a esfuerzo cortante
- Resistencia a la compresión
- Módulo de elasticidad a la tracción
- Módulo de elasticidad a la compresión
- Módulo de esfuerzo cortante
- Reacción al fuego
- Coeficiente de conductividad (λ)
- Identificación del panel

6 Montaje de paneles para Cámaras frigoríficas

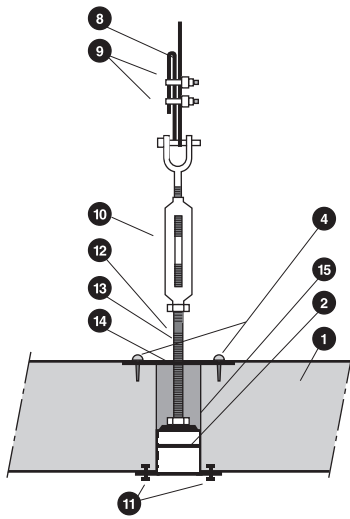
Se tendrán en cuenta las indicaciones de estas especificaciones técnicas, de las Normas UNE-EN-ISO-14001 (sistema de gestión medio-ambiental), y ERAIKIZ (sistema de gestión para la prevención de los riesgos laborales).

6.1 Organización del montaje

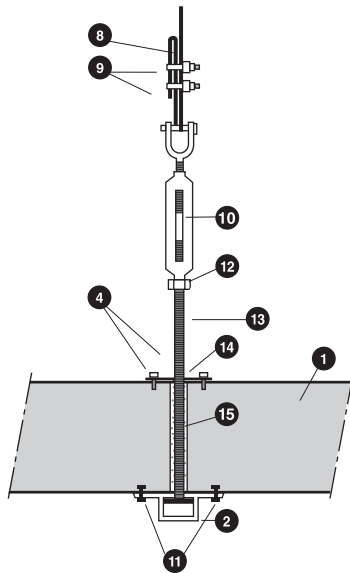
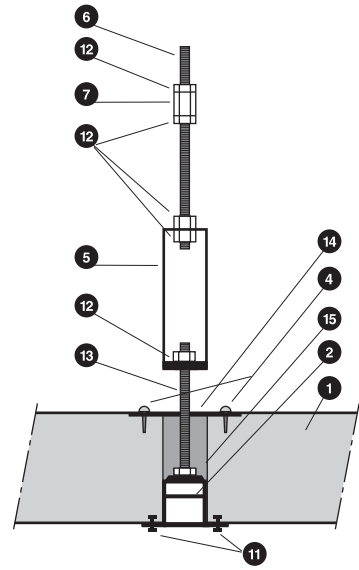
KIDE dispone de su propio servicio de montaje y ofrece las siguientes posibilidades:

- Efectuar el montaje él mismo.
- Confiar el montaje a subcontratistas exclusivos.
- Realizar el estudio y planos de montaje y dar un servicio de asistencia técnica en obra a toda empresa designada por el cliente para el montaje.

DIBUJO 4.4
FIJACION DEL TECHO POR PERFIL T

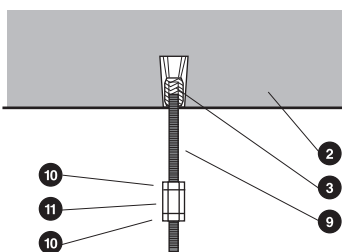
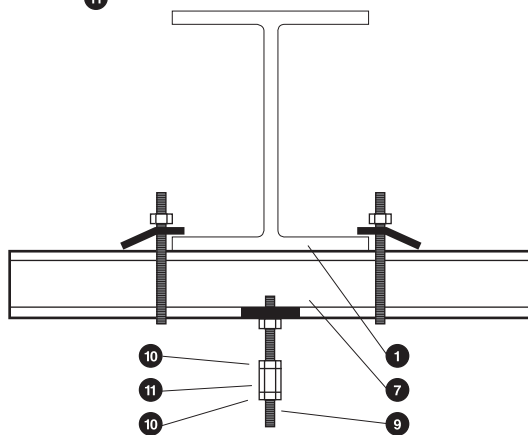
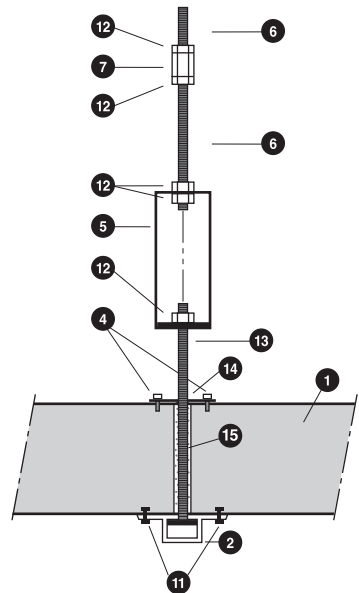


CAMARA NEGATIVA

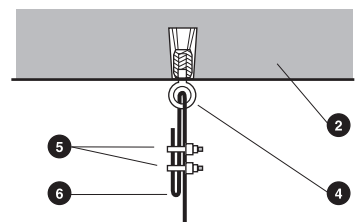
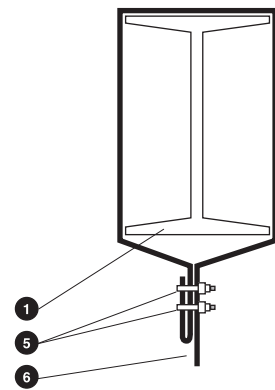


- 1.- PANEL
- 2.- PERFIL DE SUSPENSION
- 4.- AUTORROSCANTE 4,8 x 25
- 5.- TENSOR SAIZAR
- 6.- VARILLA ROSCADA M-10
- 7.- TUERCA ALARGADORA M-10 x 30
- 8.- CABLE ACERO Ø5
- 9.- PRISIONERO 1/4
- 10.- TENSOR 3/8 CON HORQUILLA PARA ESPARRAGO
- 11.- REMACHE BLANCO 4 x 15
- 12.- TUERCA M-10
- 13.- SUJECION T ALUMINIO
- 14.- CUBRE JUNTA (CH/0272)
- 15.- INYECCION DE POLIURETANO

CAMARA POSITIVA



- 1.- CERCHA DE NAVE
- 2.- HORMIGON
- 3.- ESPIRRO METALICO M-10 x 40
- 4.- TACO CANCAMO CERRADO M-10 x 70
- 5.- PRISIONERO 1/4
- 6.- CABLE ACERO Ø5
- 7.- RAIL 38/40 + TUERCA RAIL + 2 FERAGRIP M-8 + PLACA SEGURIDAD
- 9.- VARILLA ROSCADA M-10
- 10.- TUERCA M-10
- 11.- TUERCA ALARGADORA M-10 x 30



6.2 Control de realizaciones

Coordinadores de obras controlan la calidad, la situación medioambiental y el cumplimiento de los Planes de Seguridad en las realizaciones efectuadas por el servicio de montaje de KIDE o por los subcontratistas especializados.

6.3 Sistema de unión entre paneles

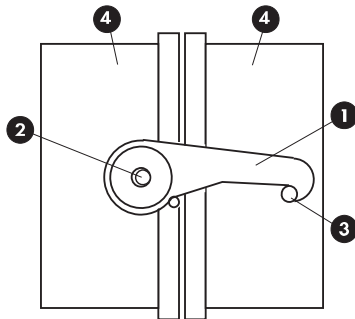
6.3.1 Unión entre verticales y entre techos

Es idéntico entre los paneles verticales y entre los techos.

El sistema de unión se realiza por presión de la junta machihembrada y aproximación de un panel contra el anterior.

Opcionalmente, y si los paneles llevan ganchos, la unión se realiza mediante el enganche de un gancho excéntrico (1), que se hace girar mediante una llave cuadrada (2), unido a un eje metálico (3). El eje, como el gancho (de acero inoxidable) se alojan en unos cajetines de plástico (4), instalados dentro del panel. (Dibujo 6.1)

DIBUJO 6.1



Una vez enganchados los paneles, el agujero de acceso al cuadrado de abertura-cierre se cubre a presión con un tapón de plástico. El apriete del gancho tiene dos posiciones: la primera hace de arrastre y posicionamiento, y la segunda de apriete.

Estos ganchos están situados únicamente en el lado largo del panel.

Cuando los paneles están correctamente montados, la unión asegura la estanqueidad de la junta. (Dibujo 6.2)

PERMEABILIDAD AL AIRE: CLASIFICACION "0" a 50 Pa (EN 12114)

ESTANQUEIDAD AL AGUA: CLASIFICACION "A" a 1200 Pa (EN 12865)

Dependiendo del uso a que esté destinado el local, o cuando exista algún requisito particular, por ejemplo, una exigencia de un servicio veterinario, es posible aplicar una junta en obra.

La elección será propuesta por el jefe de obra, teniendo en cuenta el tipo de junta para cada caso:

- Junta de silicona: Para la estanqueidad del aire y agua
- Junta de butilo: Para la estanqueidad al vapor de agua
- Junta de espuma inyectada in situ: Para asegurar el aislamiento en las juntas sin machi-hembrado en las cámaras de temperatura negativa

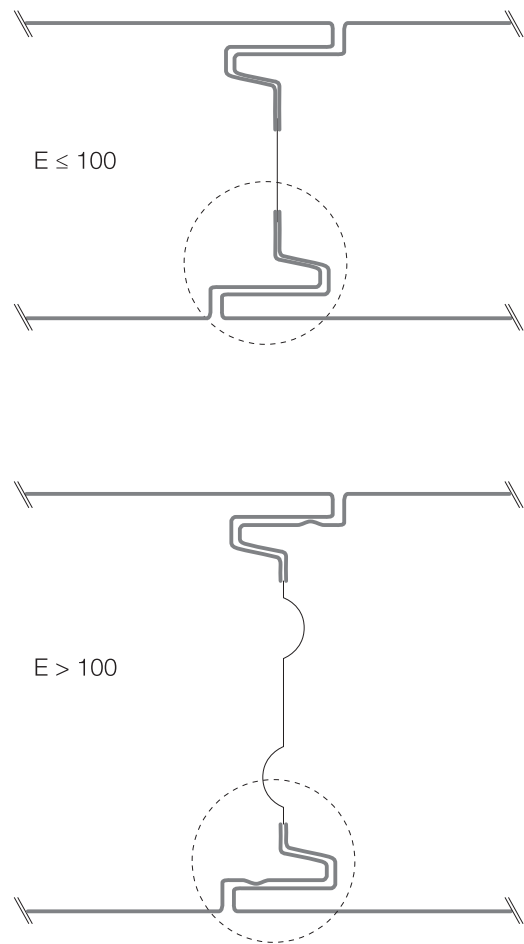
6.3.2 Uniones diversas

6.3.2.1 Cámaras de temperatura positiva

- Unión suelo – pared vertical (Dibujo 6.3)
- Unión pared – pared (Dibujo 6.4)
- Unión pared – techo (Dibujo 6.5)

DIBUJO 6.2

ENTRE PANELES VERTICALES Y ENTRE TECHOS



6.3.2.2 Cámaras de temperatura negativa

- Unión suelo – pared vertical (Dibujo 6.6)
- Unión pared – pared (Dibujo 6.7)
- Unión pared – techo (Dibujo 6.8)

6.4 Preparación del suelo

En términos generales y para todos los casos en el montaje de Cámaras frigoríficas, el suelo debe estar totalmente nivelado y liso.

De la forma en que se vaya a construir la Cámara y el uso de la misma, nos condicionará las diferentes formas de preparar los suelos para el montaje de las Cámaras.

6.4.1 Cámaras de refrigeración

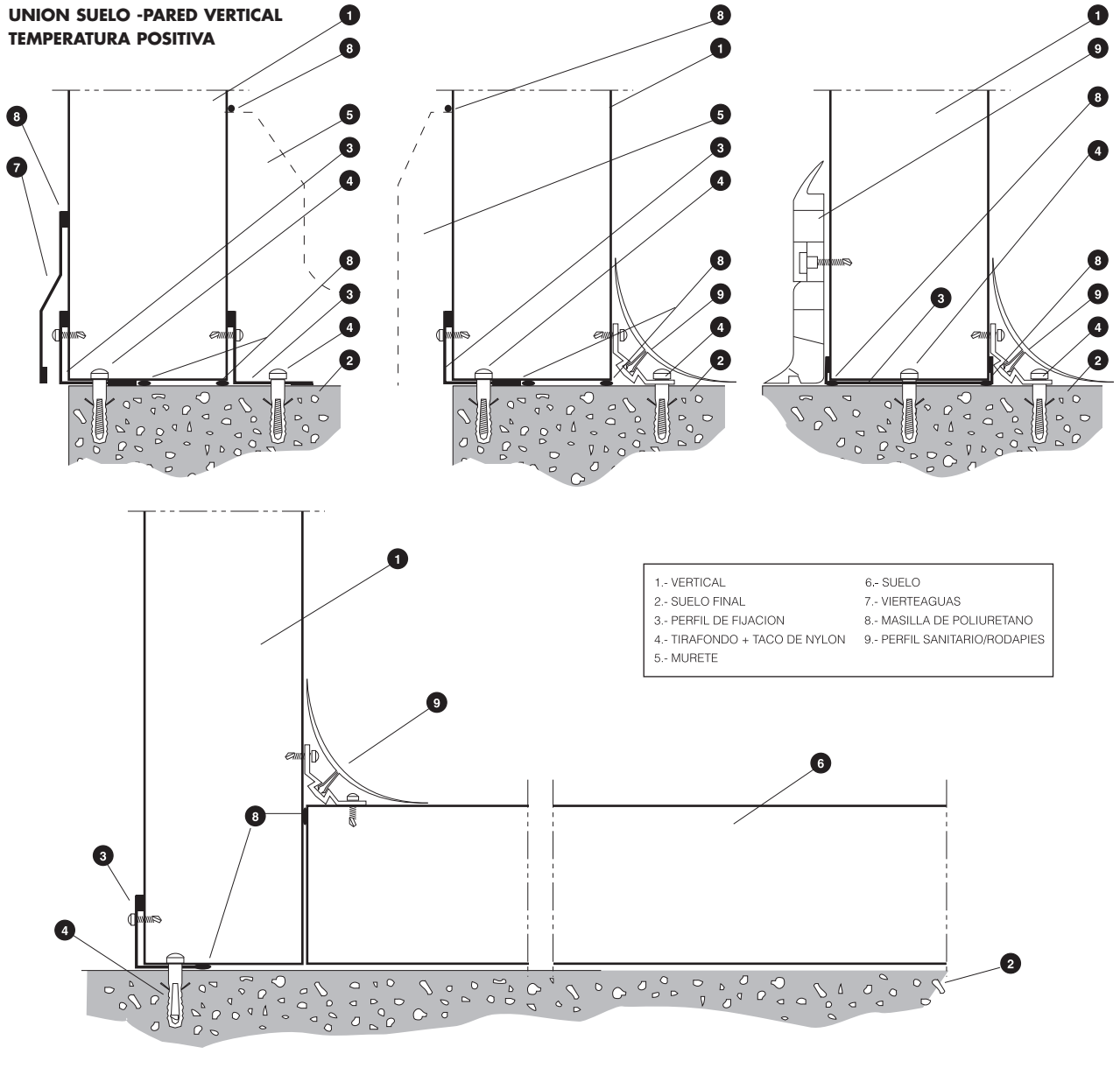
• Cámara sin aislamiento de suelo (uso más general)

En dicho caso, como mínimo el perímetro en donde se asentarán los paneles verticales debe estar totalmente nivelado y liso.

• Cámara con aislamiento de suelo

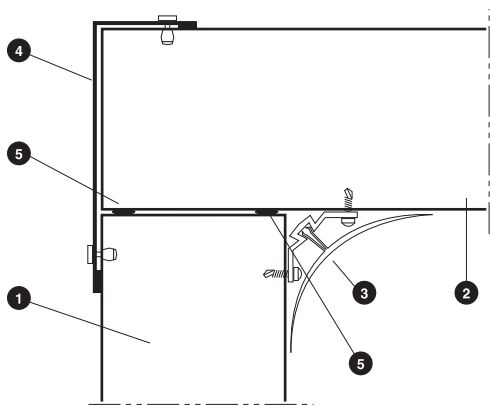
En dicho caso será el vaciado, donde irá el aislamiento de suelo, la parte que deberá estar nivelada y alisada.

DIBUJO 6.3
UNION SUELO - PARED VERTICAL
TEMPERATURA POSITIVA



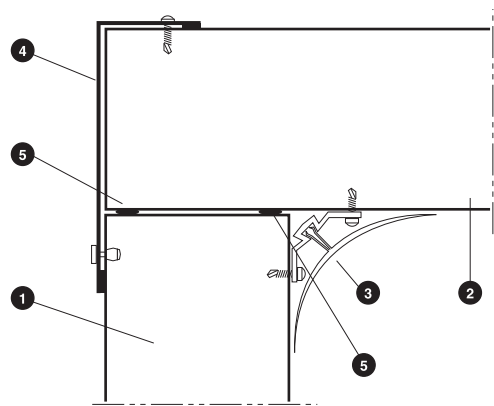
DIBUJO 6.4 UNION PARED-PARED. TEMPERATURA POSITIVA

- 1.- VERTICAL
- 2.- VERTICAL
- 3.- PERFIL SANITARIO
- 4.- PERFIL DE ANGULO EXT. (CH0266)
- 5.- JUNTA SILICONA

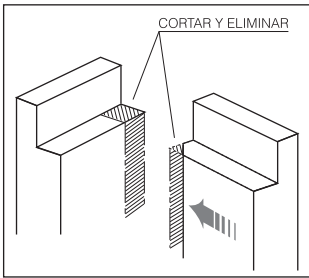


DIBUJO 6.5 UNION PARED-TECHO TEMPERATURA POSITIVA

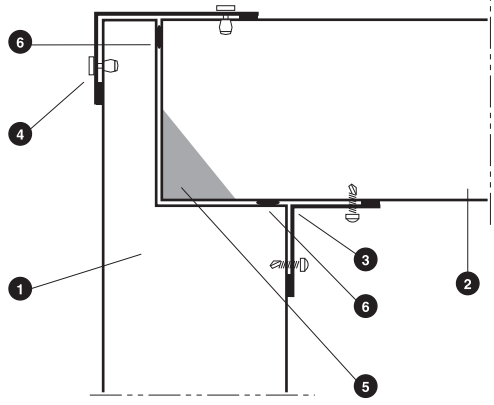
- 1.- VERTICAL
- 2.- TECHO
- 3.- PERFIL SANITARIO
- 4.- PERFIL DE ANGULO EXT. (CH0266)
- 5.- JUNTA SILICONA



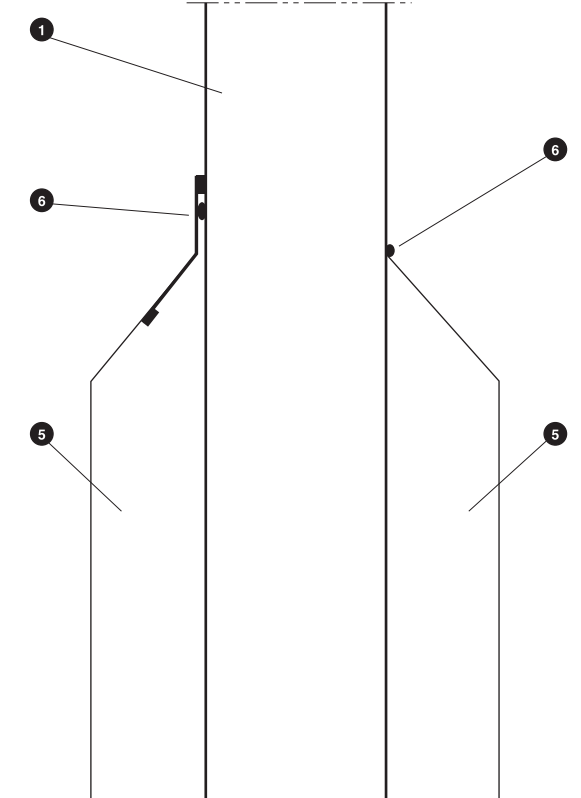
DIBUJO 6.7 UNION PARED-PARED. TEMPERATURA NEGATIVA



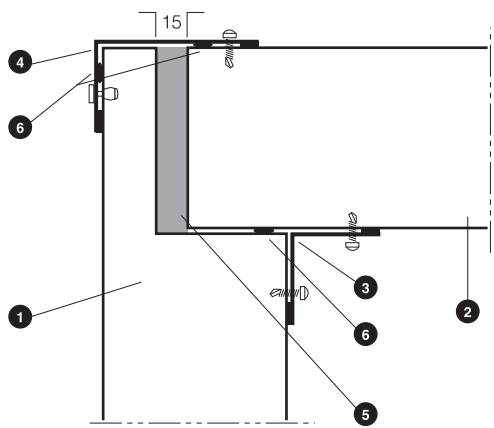
- 1.- VERTICAL
- 2.- VERTICAL
- 3.- PERFIL DE ANGULO INT. (CH/0014)
- 4.- PERFIL DE ANGULO EXT. (CH/0266)
- 5.- INYECCION DE POLIURETANO
- 6.- JUNTA SILICONA



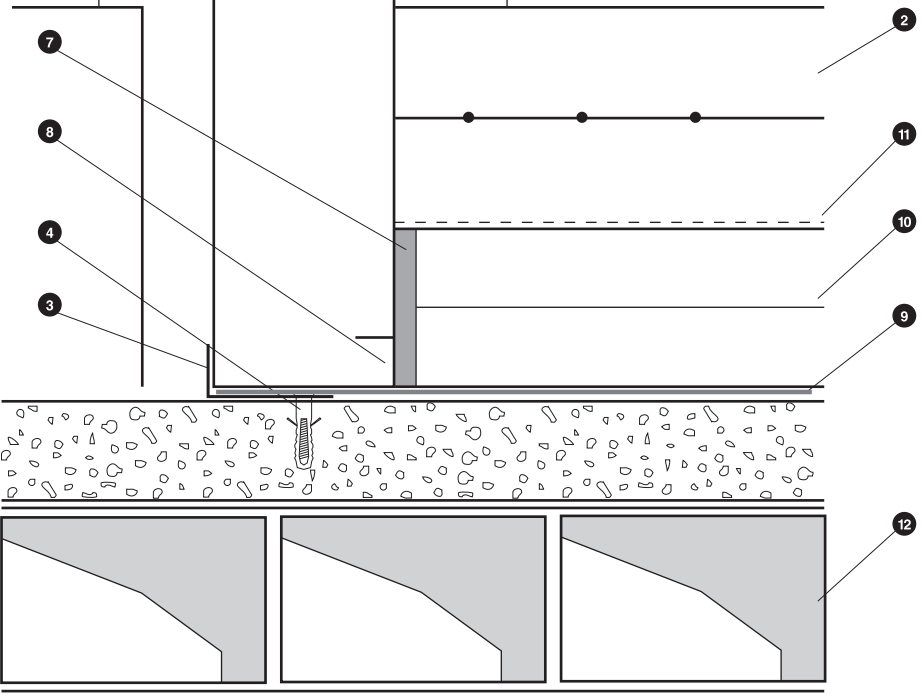
DIBUJO 6.6 UNION SUELO-PARED VERTICAL. TEMPERATURA NEGATIVA



DIBUJO 6.8 UNION PARED-TECHO. TEMPERATURA NEGATIVA



- 1.- VERTICAL
- 2.- TECHO
- 3.- PERFIL DE ANGULO INT. (CH/0014)
- 4.- PERFIL DE ANGULO EXT. (CH/0266)
- 5.- INYECCION DE POLIURETANO
- 6.- JUNTA SILICONA



- 1.- VERTICAL
- 2.- HORMIGON
- 3.- PERFIL DE FIJACION (CH/0086)
- 4.- TIRAFONDO + TACO DE NYLON
- 5.- MURETE
- 6.- MASILLA DE POLIURETANO
- 7.- INYECCION DE POLIURETANO SI HAY HUECO
- 8.- ROTURA PUENTE TERMICO
- 9.- BARRERA DE VAPOR
- 10.- AISLAMIENTO DE SUELO
- 11.- IMPERMEABILIZANTE
- 12.- COLECTOR DE AIRE

6.4.2 Cámaras de congelación

La diferencia con las Cámaras de refrigeración es la necesidad de tomar precauciones para evitar que se congele el suelo de la Cámara .

Las formas más usuales de protección del suelo contra las congelaciones son:

- Canalización de aire (natural o forzado).
- Resistencia eléctrica.
- Tubos con agua glicolada.

6.4.2.1 Preparación del suelo contra congelación

A) Aireación natural (Dibujo 6.9)

Es el sistema más aconsejado por KIDE. En ella se hace que circule aire por debajo del aislamiento del suelo consiguiendo que esté a una temperatura superior a 0°C evitando la congelación del suelo.

Dicha aireación será de bovedilla o tubo. En ambos casos tanto la bovedilla como los tubos desembocarán en dos colectores que a su vez tendrán salida y entrada de aire por medio de chimeneas de 2,5 y 0,5 m. de altura respectivamente, que son las que hacen circular el aire.

Uno de los colectores tendrá conexión a la red general para el drenaje de agua que se pueda originar. Es conveniente que el conducto tenga una inclinación mínima del 2% hacia el drenaje.

Otra variante es evitar la chimenea e instalar ventiladores para forzar la circulación de aire y en zonas muy frías añadir resistencias eléctricas controladas por termostato, que aseguren que la temperatura del aire nunca desciende de 0°C.

B) Resistencia eléctrica

Se instala una resistencia eléctrica por debajo del aislamiento con una potencia de 10 a 20 W/m².

Es conveniente instalar 2 juegos de resistencias (1 de reserva), debido a que está instalada bajo tierra, en caso de avería poder utilizar la de reserva.

C) Agua glicolada

Al igual que la resistencia, se instalan unos tubos donde circula agua glicolada. También está controlada por termostato la circulación del agua.

6.4.3 Cámaras instaladas en entrespisos

En dichos casos se considera como bovedilla el piso inferior (considerar que la estructura inferior pueda soportar el peso de la Cámara)

Todas las Cámaras deben llevar aislamiento de suelo.

Indispensable la instalación de la barrera de vapor antes del aislamiento.

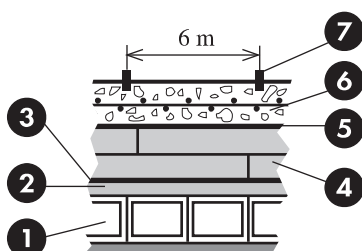
Si la humedad relativa supera el 75% se debe colocar bovedilla o aireación debajo del aislamiento de suelo.

6.4.4 Preparación de suelo. Aspectos generales

(Dibujo 6.10)

- 1 -Bovedilla hueca o ladrillo, tubo, etc...
- 2 -Hormigón de relleno.
- 3 -Barrera de vapor que será una lámina bituminosa soldada en caliente con armadura de aluminio interior.
- 4 -Placas de aislamiento interpuestas.
- 5 -Impermeabilizante que puede ser polietileno de 0,2 mm; su objetivo es la de proteger el aislamiento del agua que puede tener el hormigón.

DIBUJO 6.10



6- Hormigón armado de resistencia característica 200 kg/cm², formando una capa de 120 mm de espesor como mínimo. La armadura será de malla electrosoldada formada por redondos de 5 mm. de diámetro cada 150 mm.

7- Junta de retracción de espesor comprendido entre 5 y 10 mm y una profundidad de 1/3 del espesor del hormigón armado formando cuadrado de 6 m.

En este tipo de instalaciones el apartado más importante es la pantalla o barrera antivapor. Si dicha barrera no está debidamente instalada existirá un flujo de vapor de agua del exterior al interior.

La barrera de vapor ha de ser continua, con las juntas solapadas y soldadas un mínimo de 0,10 m. tanto en superficies lisas como en uniones debe estar colocada de tal forma que aunque haya movimientos no se rompa. La barrera de vapor una vez instalada no debe dejar ningún hueco, debe ser totalmente estanco.

6.5 Fijación del techo

La fijación o suspensión de los paneles de techo se realizará mediante varillas o cables tensores a la estructura de la nave. Siempre deberá autorizarlo la propiedad o dirección de la obra. Es necesario que las cerchas soporten 60 kg/m².

La separación entre correas se determina en función de los criterios siguientes:

- Flecha limitada a L/200
- Coeficiente de seguridad de 2 a la ruina y de 1,5 a la deformación permanente.
- Resistencia de los elementos de fijación.

Los dos primeros criterios se satisfacen por aplicación de los gráficos de la *Tabla 1* y *Tabla 2*, que nos dan las distancias admisibles en función del espesor y de la carga. La resistencia de los elementos de fijación viene dada en la *Tabla 3*.

6.6 Sobrecargas usuales o de explotación

6.6.1 Paneles verticales

- Depresión o sobrepresión debido al funcionamiento del frío igual a 10 Kg/m² (válvulas de equilibrio)
- Carga climática (efecto del viento) según:
 - CTE-SE-AE (Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación)
- Sobrecarga accidental: 10 Kg/m²
- Carga térmica

6.6.2 Paneles de techo

- Depresión o sobrepresión debido al funcionamiento del frío igual a 10 Kg/m² (válvulas de equilibrio)
- Peso propio del panel (*Tabla 4*)
- Carga térmica
- Carga de seguridad de mantenimiento:
 - 10 Kg/m² (uniformemente repartido) ó
 - 150 Kg (puntual)

IMPORTANTE

Los elementos de frío y otras instalaciones, no podrán sujetarse o colgarse del techo de la cámara, debiendo tener su propia estructura o sujeción a la estructura del edificio.

Los techos no deben ser utilizados como zonas de almacenaje temporal o permanente.

Los techos no son circulables. Sin embargo permiten el paso ocasional de una persona con una caja de herramientas.

El paso repetido sobre una misma zona puede, por deformación elástica del paramento, provocar el despegado de la espuma y comprometer la solidez del panel.

Se aconseja instalar pasarelas para el paso repetitivo del personal de mantenimiento y del personal de montaje de las instalaciones.

DIBUJO 6.9

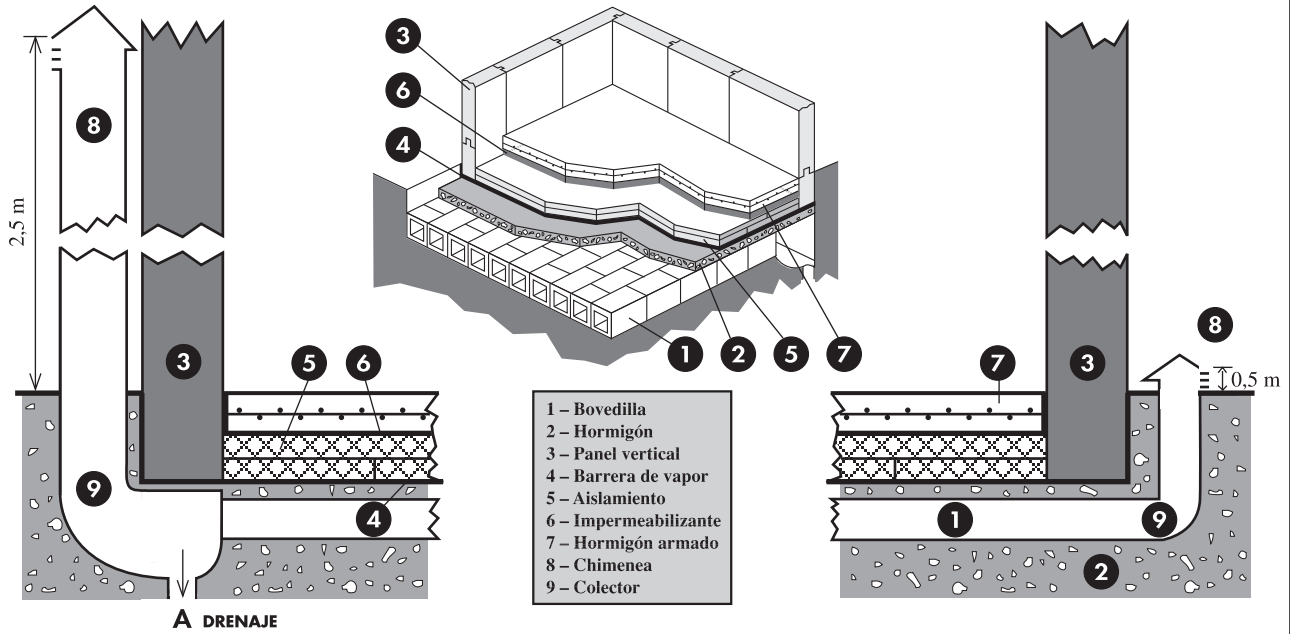
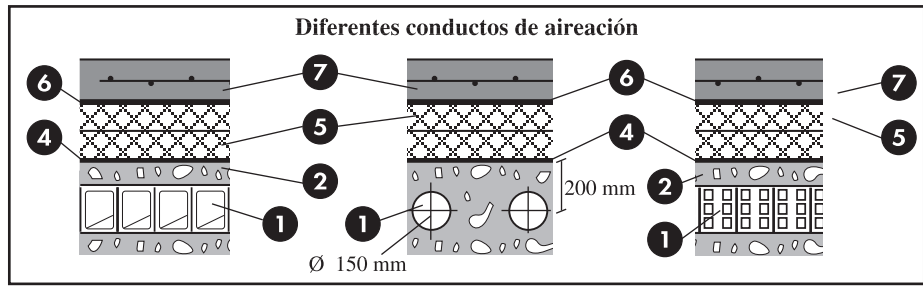


TABLA 1

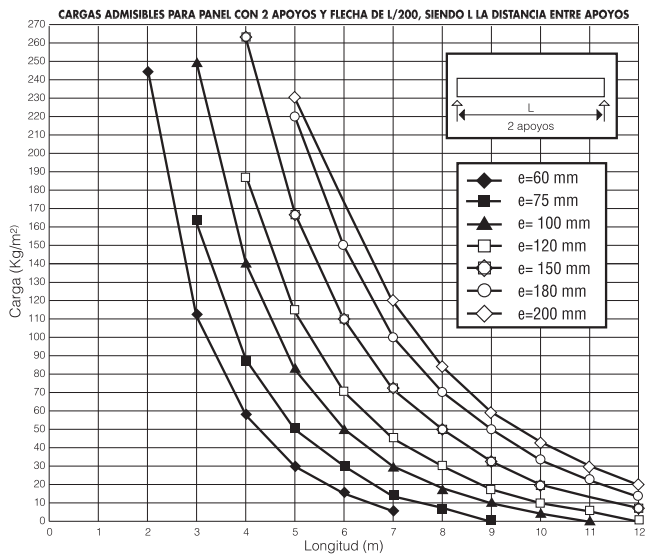


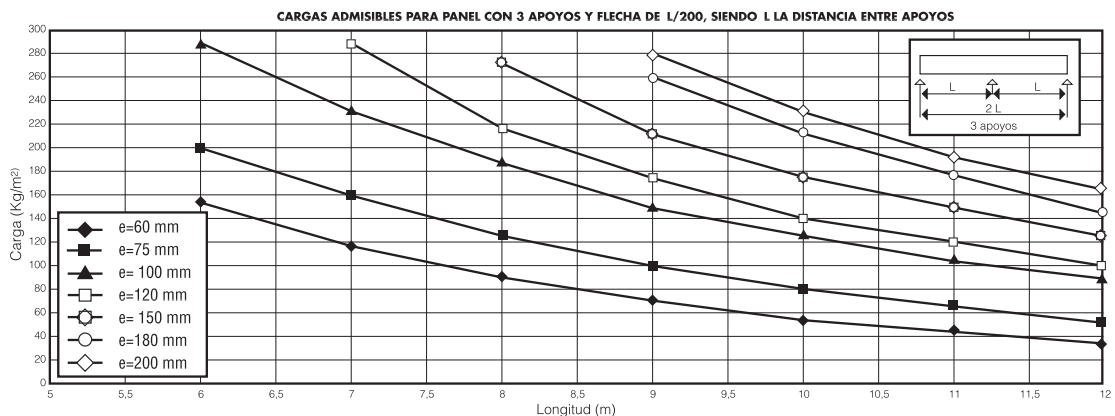
TABLA 3

	MAX.
FIJACION POR CASQUILLO NYLON Y ARANDELA	150 KG
FIJACION POR INSERTO EN EL EXTREMO	150 KG
FIJACION POR INSERTO EN MEDIO DEL PANEL	200 KG
PERFIL DE ALUMINIO, POR FIJACION PUNTUAL	500 KG

TABLA 4

ESPESOR PANEL	PESO EN KG/M ²
60	11
75	12
100	13
120	14
150	15
180	17
200	18

TABLA 2



6.7 Vanos máximos de las paredes verticales

6.7.1 Nave abierta. Verticales exteriores

De forma general, las paredes exteriores sometidas al viento, deben fijarse sobre una o más correas perimetrales exteriores.

Son excepción las paredes con altura inferior a 4 mts (en cualquier espesor de panel).

La distancia máxima entre dos correas o entre el suelo y la primera correa no debe superar el valor indicado en la tabla.

La parte superior del panel vertical ha de ser fijada a la estructura SIEMPRE. La correa alta debe situarse mínimo a 150 mm del extremo superior del panel vertical, y preferentemente entre 0,5 y 1 m.

ESPEJOR PANEL	60	75	100	120	150	180	200
DISTANCIA EN m	3,5	4	4,5	5	5	5	5

6.7.2 Nave exterior cerrada

ESPEJOR PANEL	60	75	100	120	150	180	200	CARGA TOTAL
REFRIG. Tª > 0°C	5,5	6,5	8	9	10			20 Kg/m²
CONGEL. Tª = -18°C			6	7	8	9	9,5	50 Kg/m²
G.CONGEL. Tª = -35°C				7	7	8	8	70 Kg/m²

6.8 Vanos máximos de los techos autoportantes

6.8.1 Nave abierta. Verticales exteriores. Techos bajo cubierta.

ESPEJOR PANEL	60	75	100	120	150	180	200	CARGA TOTAL
REFRIG. Tª > 0°C	4	5	6	7	8			50 Kg/m²
CONGEL. Tª = -18°C			5,5	6,5	7,5	8	8	60 Kg/m²
G.CONGEL. Tª = -35°C				7	7	8	8	70 Kg/m²

6.8.2 Nave exterior cerrada

ESPEJOR PANEL	60	75	100	120	150	180	200	CARGA TOTAL
REFRIG. Tª > 0°C	5	6	7	8				30 Kg/m²
CONGEL. Tª = -18°C			6	7	8	8	8	50 Kg/m²
G.CONGEL. Tª = -35°C					7,5	8	8	60 Kg/m²

6.9 Número de tensores

Por razones de montaje, cuando se utilice la fijación por perfil de aluminio, la distancia máxima entre tensores deberá ser de 1.200 mm, admitiéndose un voladizo máximo de 500 mm*.

Cuando se utilice la fijación por casquillo o inserto se colocarán mínimo 2 tensores por panel.

* Válido para carga máxima de 60 dN/m² (en panel de largo máximo de 5 mts. para E = 60 mm., y de 6 mts. para el resto), con un factor de seguridad de 2 y una flecha admisible menor que L/200.

Para valores de carga o largos de panel mayores, se deberá consultar.

7.2 Accesorios

• Embalaje standard

Los paneles se apilan para formar, junto con las puertas, un paquete compacto. El total se envuelve con una lámina protectora de plástico.

• Embalaje marítimo

Se apila de la misma forma que el anterior, pero se introducen en cajas de madera llena, construidas según las normas internacionales.

7.3 Consideraciones

- Almacenar los paneles de forma horizontal en la paleta de origen.
- Nunca almacenar sobre suelo disperejo o húmedo o con posibilidades de inundaciones.
- Almacenar los paneles preferentemente en un lugar seco, protegido de la humedad y el calor.
- Si el almacenaje sólo se puede realizar a la intemperie, proteger los paneles mediante lonas o plásticos manteniendo una aireación.
- Las condiciones de almacenaje pueden alterar la protección plástica de los paneles y dificultar su posterior eliminación. Se considera que los plazos para quitar esta protección plástica son de:
 - 15 días para un almacenaje al sol y a la intemperie sin protección.
 - 2 meses para un almacenaje a la intemperie pero cubierto con una lona opaca.
 - 6 meses para un almacenaje protegido contra el calor y humedad.

7.4 Mantenimiento

Se deberán revisar, por lo menos cada 6 meses, el estado y la tensión de los tensores de sujeción de los techos, así como la limpieza de los mismos.

Para las chapas del panel, lavado con una mezcla de agua corriente y agente neutro, seguido de un enjuague con agua corriente y secado.

Para no degradar el revestimiento con los productos de limpieza, se aconseja:

- Elegir su composición según la naturaleza del revestimiento.
- No utilizar ningún producto con cloro o productos clorados.
- Respetar las dosis (a menudo del orden de 1 a 3% y el PH comprendido entre 5 y 9).
- Diluir en agua templada (alrededor de 20°C, siempre por debajo de 40°C).
- Respetar la temperatura de aplicación (ideal 30°C, **máximo puntual 50°C** para eliminar las grasas)
- Respetar las presiones de aplicación (**máximo 50 bars**)
- No sobrepasar el tiempo de aplicación (**máximo 30 min.**)
- Aclarar abundantemente con agua clara (presión máxima 50 bars a una temperatura inferior a 30°C)
- Los locales a temperatura inferior o igual a 0°C no deben ser lavados con chorro de agua.

Para las manchas persistentes, frotar con una esponja empapada del producto de limpieza adecuado, sin que llegue a modificar el aspecto del acabado, y aclarar rápidamente con abundante agua clara. Nunca limpiar con productos que contengan disolventes o agentes abrasivos o que rayen.

KIDE SE RESERVA LA POSIBILIDAD DE MODIFICAR ESTE DOCUMENTO SIN AVISO PREVIO

7 Embalaje. Manutención

7.1 Etiquetado de los paneles

Se coloca a cada panel una etiqueta que indica:

- La definición e identificación del panel.
- El número de pedido que asegura su trazabilidad.

Anexo 6 – Iluminação LED



LEDLamps

LEDBulb 12.5-75W E27 6500K 220-240V A67

LED Lamps are a perfect fit for general lighting applications. Compatible with most existing fixtures and designed as a retrofit replacement for incandescent and halogen lamps, LED Lamps deliver huge energy savings and minimize maintenance cost

Product data

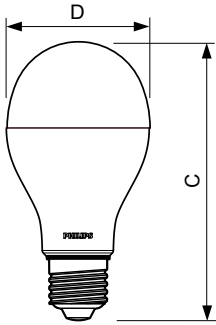
General Information	
Cap-Base	E27 [E27]
Nominal Lifetime (Nom)	15000 h
Switching Cycle	50000X
Technical Type	12.5-75W
Light Technical	
Color Code	865 [CCT of 6500K]
Beam Angle (Nom)	150 °
Luminous Flux (Nom)	1055 lm
Luminous Flux (Rated) (Nom)	1055 lm
Correlated Color Temperature (Nom)	6500 K
Luminous Efficacy (rated) (Nom)	84.40 lm/W
Color Consistency	<6
Color Rendering Index (Nom)	80
LLMF At End Of Nominal Lifetime (Nom)	70 %
Operating and Electrical	
Input Frequency	50 to 60 Hz
Power (Rated) (Nom)	12.5 W
Lamp Current (Nom)	70 mA
Wattage Equivalent	75 W
Starting Time (Nom)	0.5 s

Warm Up Time to 60% Light (Nom)	instant full light
Power Factor (Nom)	0.7
Voltage (Nom)	220-240 V
Temperature	
T-Case Maximum (Nom)	85 °C
Controls and Dimming	
Dimmable	No
Approval and Application	
Energy Efficiency Label (EEL)	A+
Suitable For Accent Lighting	No
Energy Consumption kWh/1000 h	13 kWh
Product Data	
Full product code	871829175301800
Order product name	LEDBulb 12.5-75W E27 6500K 220-240V A67
EAN/UPC - Product	8718291753018
Order code	929000250041
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	6
Material Nr. (12NC)	929000250041

LEDLamps

Net Weight (Piece) 0.172 kg

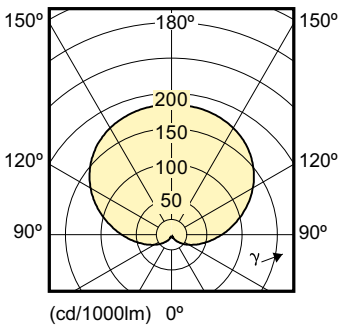
Dimensional drawing



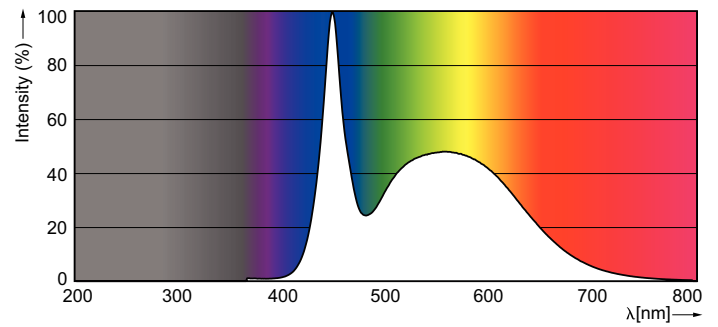
LED 12.5-75W E27 6500K 220-240V A67

Product	D	C
LEDBulb 12.5-75W E27 6500K 220-240V A67	68 mm	132 mm

Photometric data



12.5-75 W A67 /865 6500K 220-240V



6500 K 1055 lm

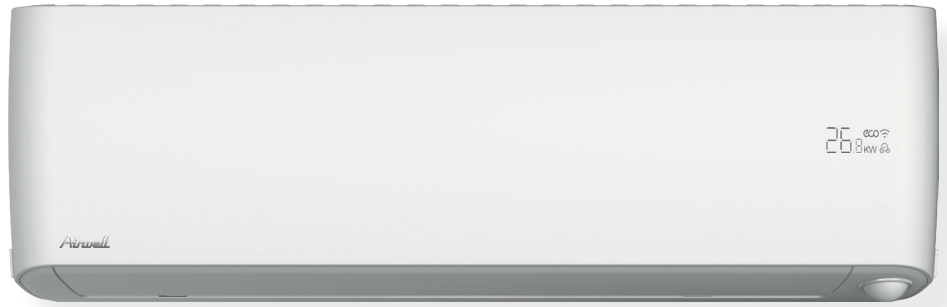


Anexo 7 – Ar Condicionado

HRD

HIGH WALL MONOSPLIT

Airwell
Just feel well



+ PRODUCTS

- Designed for extreme climates.
- R32 refrigerant with low environmental impact.
- Ultra-quiet heat pump.
- Sleek design.
- Connected solution (WiFi).



RC10 included

FEATURES

TECHNOLOGY:



DC INVERTER



R32 FLUID



ELECTRONIC EXPANSION VALVE



4D AIRFLOW

AIR QUALITY / CLEAN:



NANO PHOTOCATALYTIC FILTER



AUTO CLEAN/DRY

USER FUNCTIONS:



NIGHT MODE



QUIET MODE



REFRIGERANT LEAKAGE DETECT



PROGRAMMABLE TIMER



AUTO RESTART (MEMORY)



REMOTE CONTROL LOCK



WIFI

INSTALLER FUNCTIONS:



ERROR CODE VIA INDOOR UNIT



SELF DIAGNOSTIC



LEFT/RIGHT DRAIN CONNECTION



SERVICE MONITOR TOOL

- High performance: operating at -30°C in heating mode.
- "Follow me": optimized airflow via a presence detector.
- High efficiency (SCOP higher than 5 and SEER higher than 8): energy savings.
- Reduced energy consumption using the hot mode alone.
- High wall with a digital display (mode, temperature...).
- Double motorized shutters for maximum thermal comfort (4 air streams).



"FOLLOW ME" FUNCTION



Wind flow away from people



Wind flow follow people



Strong wind when more people in room



Gentle wind flow when less people in room

HRD

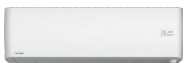

High wall monosplit



HRD TECHNICAL DATA

Indoor units		AWSI-HRD009-N91	AWSI-HRD012-N91
Outdoor units		AWAU-YRD009-H91	AWAU-YRD012-H91
Phase		Single phase	Single phase
COOLING			
Rated power (min./max.)	kW	2.65 (1.0-4.7)	3.54 (1.3-4.8)
Pdesignc	kW	2.65	3.54
Rated power input	kW	0.489	0.802
SEER/Energy label		9.3/A+++	8.5/A+++
Operating limits	°C	-15°/50° Dry bulb	
HEATING			
Rated power (min./max.)	kW	4.1 (0.9-5.2)	4.3 (1.0-6.3)
Pdesignh (average climate)	kW	2.3	2.5
Pdesignh (warmer climate)	kW	3	3.1
Pdesignh (colder climate)	kW	3.6	3.8
Rated power input	kW	0.870	1.020
SCOP/Energy Label (average climate)		5.1/A+++	5.1/A+++
SCOP/Energy Label (warmer climate)		6.1/A+++	6.1/A+++
SCOP/Energy Label (colder climate)		4.0/A+	3.4/A
Operating limits	°C	-30°/30° Dry bulb	
Power @ -10°C	kW	3.40	3.40
Power @ -15°C	kW	3.10	3.10
INDOOR UNIT			
Sound pressure level to 1 m (VL/LS/MS/HS)	dB (A)	20/23/28/32	20/24/29/33
Sound power level	dB (A)	59	59
Airflow (VL/LS/MS/HS)	m³/h	270/360/450/540/640	270/360/450/540/640
Dehumidification	l/h	1.0	1.2
Outline dimensions (WxHxD)	mm	895x298x248	895x298x248
Package dimensions (WxHxD)	mm	975x370x325	975x370x325
Net weight/Gross weight	kg	13/16	13/16
Part number		7SP023060	7SP023061
Air Net WiFi Module - Part number		7ACEL1719	7ACEL1719
OUTDOOR UNIT			
Sound pressure level to 1 m	dB (A)	51	51
Sound power level	dB (A)	57	57
Airflow	m³/h	1980	1980
Compressor type		Rotary DC Inverter	Rotary DC Inverter
Outline dimensions (WxHxD)	mm	800x554x333	800x554x333
Package dimensions (WxHxD)	mm	900x615x390	900x615x390
Net weight/Gross weight	kg	36.4/39.7	36.4/39.7
Part number		7SP062915	7SP062916
POWER SUPPLY			
Phase/Tension/Frequency		1P/230V/50Hz	1P/230V/50Hz
Power supply side		Outdoor	Outdoor
Power cable section	mm²	3x1.5	3x1.5
Fuse rating am (D curve)	A	10	10
Electrical connections	mm²	5x1.5	5x1.5
PIPE LINE			
Suction pipe diameter	inches	3/8"	3/8"
Liquid pipe diameter	inches	1/4"	1/4"
Max. length	m	25	25
Max. height	m	10	10
Refrigerant / GWP		R32/675	R32/675
Charge (5 m)	kg	0.87	0.87
Additional charge	g/m	15	15

COMBINATIONS

Indoor unit	Compatible with outdoor unit
High wall	Monosplit
HRD	YRD
	

Anexo 8 – Refrigerante R1234ze

Low GWP Alternatives



R1234ZE

Summary

R1234ze is a low Global Warming Potential (GWP) refrigerant, used as a replacement for R134a in medium temperature refrigeration and air conditioning applications including water chillers.

Applications



Foam
Blowing
Applications



Industrial Air
Conditioning



Commercial
Air
Conditioning



Commercial
Refrigeration

Packaging information

14
kg

27
kg

- Available from A-Gas wholesale partners. Use the 'Find a supplier' box to the right for further details
- A-Gas product cylinders are fitted with a Residual Pressure Device (RPD) to ensure used refrigerant or any other substance cannot be reintroduced into a cylinder
- Store cylinders in a cool, dry, well ventilated area, out of direct sunlight
- A-Gas operates a returnable cylinder fleet, empty cylinders are to be returned to an A-Gas wholesale partner
- For alternative or larger package sizes please contact A-Gas on 01275376600 or via the [Contact Us](#) form

Product Features & Benefits

- Refrigerant can be charged from either the liquid or vapour phase
- A-Gas refrigerant cylinders have dual port valves, making liquid offtake easier
- Non-flammable under ADR, however is classified as A2L under ASHRAE classification
- Compressors must be charged with modified polyolester oils, contact the compressor manufacturer for more information
- Low GWP of 6
- Approximately 20% less refrigeration capacity compared to R134a but with significantly lower pressures
- Can be used as a propellant in aerosol applications
- A near drop-in replacement for R134a in one-component foam applications

Environmental Impact



The information contained within this website is for guidance only, for further system specific advice please call A-Gas directly

Anexo 9 – Software Danfoss®



Coolselector®2

Versão 3.6.0 | Banco de dados 49.49.2.22.7.30

Nome do projeto:	COOLSPOT
Comentários:	
Criado por:	António Calha
Impresso:	17 de Julho de 2019
Preferências usadas:	Todas as aplicações

Detalhes da câmara fria:

Condições da câmara:

Temperatura:	5,0 °C
Humidade relativa:	80,0 %
Horas de funcionamento:	12,0 h

Dimensões internas:

Comprimento:	3,00 m
Largura:	2,00 m
Altura:	1,51 m

Produtos:

Tipo:	Produtos diversificados
Quantidade por dia:	456 kg
Temperatura de entrada:	10,0 °C

Troca de ar (infiltração):

Temperatura:	24,0 °C
Humidade relativa:	55,0 %
Abertura das portas:	Regular
Taxa de troca do ar:	16,6

Transferência de calor:

Espessura do painel:	20,00 mm
Temperatura do ambiente:	24,0 °C
Temperatura abaixo do piso:	10,0 °C
O piso é isolado:	Sim

Cargas adicionais:

Luzes:	75 W
Ventiladores:	0 W
Pessoas:	0,0 horas/dia
Outros:	0 W

Degelo:

Tipo de degelo:	Natural
Degelos por dia:	4,0
Tempo de degelo:	30



Assistente - Passo 1 para 3: Dimensões e arredores ✕

Dimensões

Comprimento: m

Largura: m

Altura: m

Dimensões internas
 Dimensões externas

Ambiente do quarto:

Temperatura do ambiente: °C

Humidade relativa: %

Temperatura abaixo do piso: °C

O piso é isolado

Assistente - Passo 2 para 3: Produtos ✕

Produtos:

▼

Quantidade por dia: kg

Carga de calor de respiração:

Temperatura de entrada: °C

Massa total na câmara: kg

Assistente - Passo 3 para 3: Revise os valores recomendados ✕

Valores recomendados com base em seleções na etapa 1 e 2:

Condições da câmara:

Temperatura: °C

Humidade relativa: %

Horas de funcionamento: h

Painéis:

Tipo: ▼

Espessura: mm

As entradas abaixo são necessárias para calcular a capacidade de refrigeração requerida da Câmara Fria:

Comprimento: m
 Largura: m
 Altura: m

Dimensões internas
 Dimensões externas

Condições da câmara:
 Temperatura: °C
 Humidade relativa: %
 Horas de funcionamento: h

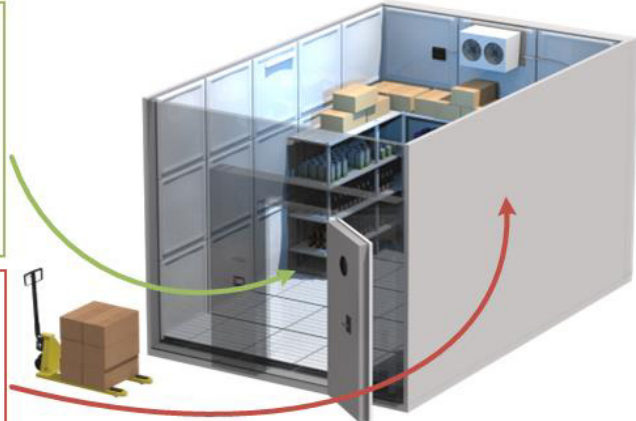
Produtos:
 Produtos diversificados
 Quantidade por dia: kg
 Temperatura de entrada: °C

Carga de calor de respiração: kg
 Massa total na câmara: kg

Troca de ar (infiltração):
 Temperatura: °C
 Humidade relativa: %

Abertura das portas:

Taxa de troca do ar:
 (vezes o volume da câmara por 24 horas)



Transferência de calor:
 Painéis padrão Painéis personalizados

	Espessura mm	Condutividade W/(m·K)	Temperatura °C
Parede:	20,0	0,023	28,0
Frente:	20,0	0,023	28,0
Esquerda:	20,0	0,023	28,0
Direita:	20,0	0,023	28,0
Atrás:	20,0	0,023	28,0
Teto:	20,0	0,023	28,0
Piso:	20,0	0,023	10,0

O piso é isolado

Cargas adicionais

Luzes: W
 Ventiladores: W
 Pessoas: horas/dia
 Outros: W

Degelo
 Elétrico Natural
 Potência: W
 Degelos por dia:
 Tempo de degelo: mínimo

[Ajuda](#)

[< Anterior](#)

[Próximo >](#)

A região, o range e o refrigerante são necessários para otimizar a seleção de uma unidade de condensação para a sala fria

1: Seleccione Região

2: intervalo preferido (se o intervalo selecionado não atender aos requisitos, outro será selecionado automaticamente)



Optyma™ Plus New Generation
 Instalou unidades de condensação ao ar livre plug and play, empilháveis, portas de serviço, controlador, controlador de velocidade do ventilador, interruptor principal, fusíveis, placa de relés, pressostato, tanque de líquido, válvulas de parada, filtro secador, visor de líquido. controlled, fan speed controller, main switch, fuses, connection board, contactors, overload relays, pressure switch, receiver, stop valves, filter drier, sight glass.



Optyma™ Slim pack
 Unidades de condensação exteriores, fusíveis, placas de conexão, contadores, relés de pressostato, tanque de líquido, válvulas de parada, filtro secador, visor de líquido. pressure switch, receiver, stop valves, filter drier, sight glass.



Optyma™
 Unidades de condensação de quadro aberto para instalação interior, caixa elétrica, placa de interruptor, tanque de líquido, válvulas de parada. switch, receiver, stop valves.

3: Seleccione refrigerante:


[Ajuda](#)

[< Anterior](#)

[Próximo >](#)

Revise cuidadosamente a capacidade de resfriamento calculada e todas as condições de operação antes de pressionar "Selecionar":

Condições de operação:		Evaporação:		Condensação:	
Capacidade requerida:		Temperatura do ponto de orvalho:	-5,0 °C	Temperatura ambiente:	24,0 °C
Carga térmica:	1,513 kW	Superaquecimento útil:	10,0 K	Sub-resfriamento:	3,0 K
		Superaquecimento adicional:	0 K	Sub-resfriamento adicional:	0 K
		<input type="checkbox"/> Temperatura do gás de retorno:	5,0 °C		

Câmara fria:		Material da válvula de expansão termostática preferida		O refrigerador à ar (evaporador) não será selecionado. Entre em contato com o fornecedor HX	
Temperatura:	5,0 °C	<input checked="" type="radio"/> Latão			
Humidade relativa:	80,0 %	<input type="radio"/> Aço inoxidável			
Horas de funcionamento:	12,0 h				
Carregar detalhes:					
Transmissão:	0,942 kW	Tipo de conexão:			
Infiltração:	0,140 kW	Solda ODF DIN-EN			
Gelo no evaporador:	0,008 kW				
Total de produtos:	0,179 kW				
Produtos, refrigeração:	0,179 kW				
Produtos, respiração:	0 kW				
Luz:	0 kW				
Pessoas:	0 kW				
Ventiladores:	0 kW				
Outros:	0 kW				
Degelo:	0,243 kW				
Total:	1,513 kW				

[Ajuda](#) [< Anterior](#) [Selecionar](#)

Coolecto2 - Untitled copy

Criando aplicação

60%

Unidade condensadora



Optyma™
OP-MCRN030MTA02E

Refrigerante	R134a
Resfriamento [kW]	1,772
Te [°C]	-5,0
Tc [°C]	38,0
COP resfriamento reduzido [W/W]	2,24
Potência total [kW]	0,791
Corrente total [A]	2,296
Frequência [Hz]	50
Fonte de alimentação	380 - 400 V 3 ph
Código	114X5721
Filtro secador	Não incluso
Visor de líquido	Não incluso

Condições do evaporador:

Carga térmica:	1,772 kW
Temperatura do ponto de orvalho:	-5,0 °C
Temperatura de entrada de ar:	5,0 °C
Diferença de temperatura média:	10,0 K
Potência estimada do ventilador:	0 W
Poder estimado de descongelamento:	1510 W

Linha de líquido							Evaporador
Condensador	Tubo de cobre DIN-EN 8	Redução de cobre DIN-EN 8	EVR 3 v2	Expansor de cobre DIN-EN 6	T2 - 2	Distribuidor	Total
Distribuição DP:	0%	0%	0%	0%	86%	14%	
Comprimento [m]:	1,00	-	-	-	-	-	
Ângulo [grau]:	0	-	-	-	-	-	
Número:	-	1	-	1	-	-	
Capacidade Nominal [kW]:	-	-	-	-	1,969	-	
Capacidade mínima [kW]:	-	-	-	-	0,492	-	
Carga [%]:	-	-	-	-	90	-	
DP [bar]:	0,003	0,001	0,022	0,002	6,178	1,000	7,207
DT_sat [K]:	0,0	0,0	0,1	0,0	33,5	9,5	43,0
Velocidade, entrada [m/s]:	0,35	0,35	0,78	0,78	0,20	0	
Estado da válvula:	-	-	Aberta	-	Aberta	-	
Conexão:	-	OK	OK	OK	OK	Talvez	
Resultado:	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Linha de sucção

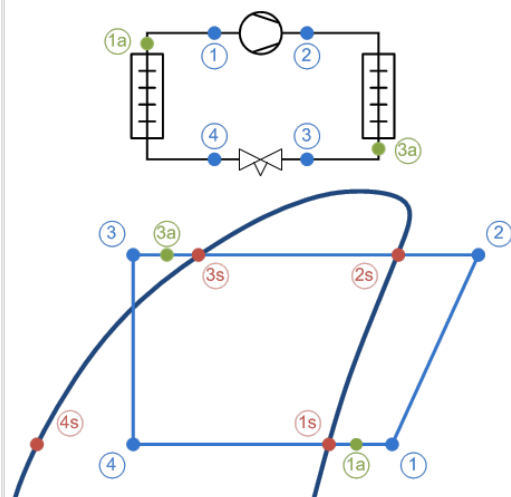
Evaporador	Compressor
Tubo de cobre DIN-EN 18	
Distribuição DP:	Total
100%	
Comprimento [m]:	1,00
Ângulo [grau]:	0
DP [bar]:	0,002
DT_sat [K]:	0,0
Velocidade, entrada [m/s]:	4,95
Estado da válvula:	-
Conexão:	OK
Resultado:	✓

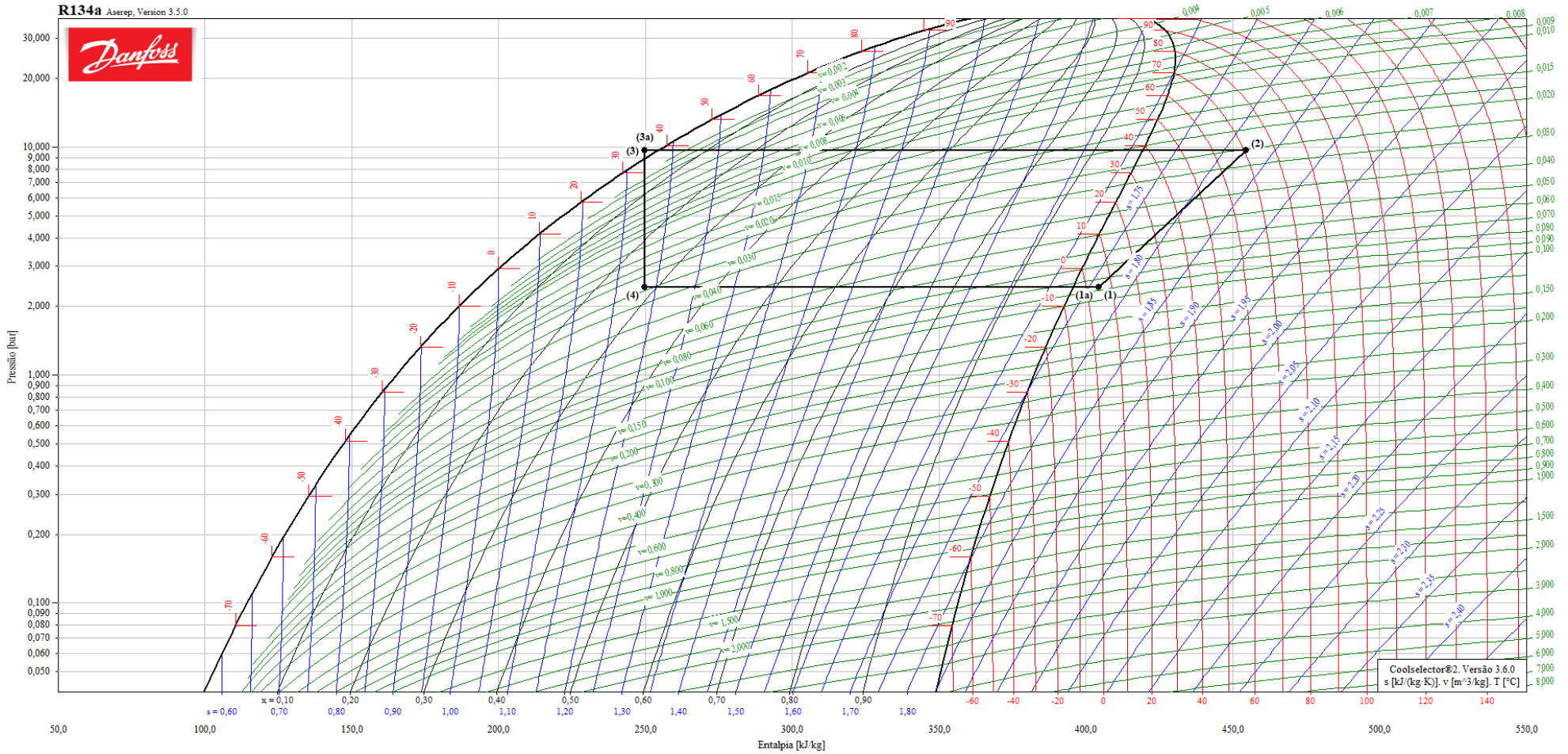
Desempenho Envelope Detalhes de desempenho Informação Ecodesign

Fluxo de massa no evaporador: 35,22 kg/h

Ponto	Descrição	Temperatura [°C]	Pressão [bar]	Densidade [kg/m ³]	Entalpia [kJ/kg]	Entropia [kJ/(kg·K)]
1	Sucção do compressor	5,0	2,434	11,51	404,4	1,762
2	Descarga do compressor (estimada)	70,5	9,641	39,41	454,4	1,821
2s	Condensação (Ponto de orvalho)	38,0	9,641	47,36	419,2	1,714
3s	Condensação (Ponto de ebulição)	38,0	9,641	1156	254,2	1,184
3a	Saída do condensador	35,0	9,641	1168	249,8	1,17
3	Incluir sub-resfriamento adicional	35,0	9,641	1168	249,8	1,17
4	Após válvula de expansão	-5,0	2,434	42,25	249,8	1,186
4s	Evaporação (Ponto de ebulição)	-5,0	2,434	1311	193,2	0,9751
1s	Evaporação (ponto de orvalho)	-5,0	2,434	12,08	395,6	1,73
1a	Saída do evaporador	5,0	2,434	11,51	404,4	1,762

Diagrama log(p)-h detalhado





Coolselector®2, Versão 3.6.0
s [kJ/(kg·K)], v [m³/kg], T [°C]

Parâmetros a plena carga e temperatura ambiente 25,0 °C		
Carga térmica	1,534	kW
Potência de entrada	0,689	kW
COP	2,23	

Quantidade	Descrição do produto	Código
	Câmara frigorífica 1	
1	Unidade condensadora OP-MSGM021SCW09G, R134a.	114X7132
1	Cold room controller: AK-RC 101	080Z3200
	Linha de líquido	
1	Válvula solenoide: EVR 3 v2	032F8106
	Números de código para TXV: T2 - 1	
1	T 2. Thermostatic expansion valve	068Z3369
1	Orifice. Orifice for expansion valve	068-2010
	Câmara frigorífica 2	
1	Unidade condensadora OP-MCRN030MTA02E, R134a.	114X5721
1	Cold room controller: AK-RC 103	080Z3201
	Linha de líquido	
1	Válvula solenoide: EVR 3 v2	
1	TXV: T2 - 2	
1	Distribuidor: Distributor	

Anexo 10 – Software Centauro®

Câmara de Conservação de Frescos

Dados Gerais Dados Específicos Dados Seleção

Medições

Interior Exterior
 Comprimento (m)
 Largura (m)
 Altura (m)

Seleção
 Tipo de Serviço
 Tipo de Túnel Factor Carga
 Tipo de Construção
 Temp. Exterior (°C) Não Uniforme Não Uniforme
 Temp. Interior (°C)
 Temp. Máx. Entrada do Produto (°C)
 Temp. Média Produto Fim de Ciclo (°C)
 Exposição Solar
 Isolamento Uniforme Não Uniforme
 Espessura (mm) Uniforme Não Uniforme

Balanco Provisório

3,00 kW Área m²
 2574,66 kcal/h Volume m³



SELECCIONAR APARELHOS

Modelo	Capacidade Nominal [kW]	Espaçamento Alhetas [mm]	Superfície [m ²]	Volume Interior [m ³]	Caudal [m ³ /h]	Nº Ventiladores	Diametro Ventiladores [mm]	Potência Ventiladores [W]	DT Corrigido [°C]
BXN 225/32	3,21	4,2	12,1	1,9	1520	2	250	180	5,3
BXN 130/24	2,38	4,2	8,74	1,4	1150	1	300	120	6,8
DF 508	2,97	4,2	13,6	2,6	1200	2	254	140	5,5
DF 506	2,71	4,2	10,2	1,94	1300	2	254	140	6,0
RWK 4A1/27	2,71	4,2	10,14	1,6	830	1	300	72	5,7

Menu Inicial

Continuar

Câmara de Conservação de Frescos

Dados Gerais Dados Específicos Dados Seleção

Temperatura do Ar
 Densidade de Carga (kg/m³) Alterar
 Capacidade de armazenagem (kg)
 Entrada Diária - 100%(kg) Alterar
 Produto Diversos
 Quantidade a Congelar/Arrefecer por Ciclo (kg)
 Duração do Ciclo (h)
 Quantidade a Congelar (kg)
 Nº de Renovações Automáticas
 Tempo de Funcionamento do Compressor (h)
 Embalagem Máquinas
 Nº de Pessoas Tempo por Pessoa (h)
 Iluminação (10.8 < kW < 16.2)

Balanco Provisório

3,00 kW Área m²
 2574,66 kcal/h Volume m³



SELECCIONAR APARELHOS

Modelo	Capacidade Nominal [kW]	Espaçamento Alhetas [mm]	Superfície [m ²]	Volume Interior [m ³]	Caudal [m ³ /h]	Nº Ventiladores	Diametro Ventiladores [mm]	Potência Ventiladores [W]	DT Corrigido [°C]
BXN 225/32	3,21	4,2	12,1	1,9	1520	2	250	180	5,3
BXN 130/24	2,38	4,2	8,74	1,4	1150	1	300	120	6,8
DF 508	2,97	4,2	13,6	2,6	1200	2	254	140	5,5
DF 506	2,71	4,2	10,2	1,94	1300	2	254	140	6,0
RWK 4A1/27	2,71	4,2	10,14	1,6	830	1	300	72	5,7

Menu Inicial

Continuar

Câmara de Conservação de Frescos

Dados Gerais | Dados Específicos | **Dados Seleção**

Gama

Espaçamento Alhetado

Descongelação **Circulação de**

DT **6**

Gás **R134A**

Quantidade de Evaporadores **1**

Descongelação Diária (h)

Funcionamento Diário dos Motores Eléctricos (h) **12**

Margem de Cálculo (%) **15**

Balanco Provisório

3,00 kW

2574,66 kcal/h

Área e Volume

Área **6** m²

Volume **6** m³



SELECCIONAR APARELHOS

Modelo	Capacidade Nominal [kW]	Espaçamento Alhetas [mm]	Superfície [m2]	Volume Interior [m3]	Caudal [m3/h]	Nº Ventiladores	Diametro Ventiladores [mm]	Potência Ventiladores [W]	DT Corrigido [°C]
BXN 225/32	3,21	4,2	12,1	1,9	1520	2	250	180	5,3
BXN 130/24	2,38	4,2	8,74	1,4	1150	1	300	120	6,8
DF 508	2,97	4,2	13,6	2,6	1200	2	254	140	5,5
DF 506	2,71	4,2	10,2	1,94	1300	2	254	140	6,0
RWK 4A1/27	2,71	4,2	10,14	1,6	830	1	300	72	5,7

Menu Inicial

Continuar

Câmara de Conservação de Frescos

Dimensões	Tosco	Final
Comprimento	3,04	3 m
Largura	2,04	2 m
Altura	1,04	1 m
Área Interior	6	m ²
Volume Interior	6	m ³
Temperatura Entrada	10	°C
Temperatura Final Média	5	°C
Ar de Renovação	20°C/60%HR	
Renovações Automáticas	0	
Embalagem		
% Embalagem s/ Peso Total do Produto	0	%
Iluminação	10,8	W/m ² de chão
Potência Máquinas/Extra	0	kW
Funcionamento Motoventiladores	12	h
Funcionamento Compressor	8	h
Balanco Térmico	2001,08	W
Margem	0	%

Gás	R134A
Serviço	Normal
Produto	Diversos
Capacidade Armazenagem	456 kg
Entrada Diária	456 kg
Densidade de Carga	75,6 kg/m ³
Factor de Carga	1
Quantidade para Congelar	0 kg
Quantidade por Ciclo	0 kg
Duração do Ciclo	0 h

Evaporador Seleccionado

Modelo	DF 506	Quant.	1
Capacidade por Unidade		DT	W
Nominal (Middle Point)		8	2710
Pretendido		6	2115,36
DT corrigido no regime (aprox.)		5,7	Sel. DTm

Perdas e Cargas Térmicas	W.h	%
Perdas por Isolamento	8730,77	59,99
Perdas por Abertura e Renovação	1960,7	13,47
Carga Térmica do Produto	2120,93	14,57
Carga Térmica de Respiração	0	0
Carga Térmica de Embalagem	0	0
Carga Térmica de Pessoal de Estiva	47,93	0,33
Carga Térmica de Máquinas/Extra	0	0
Carga Térmica de Iluminação	12,96	0,09
Carga Térmica de Motoventiladores	1680	11,54
Carga Térmica de Resistências	0,00	0
Carga Térmica Total	14553,29	100

Ratios

R1	333,51	W/m ³	R6	-	% (Mot.)
R2	333,51	W/m ²	R7	-	m/s
R3	216,67	m ³ /h/m ³	R8	-	°C
R4	22,37	m ² /TON	R9	-	m ² /TON
R5	1,54	W/m ³ /h	R10	-	W/kg



Evaporador DF506

Anexo 11 – Grupo Condensador

Condensing Unit Technical Data Sheet

Model CGL90TB_N
Voltage 220-240V 50Hz ~1
Refrigerant R134a

APPLICATION

Application High-Medium Back Pressure
 Refrigerant R134a
 Evaporating Temp. -25,0 °C to 10,0 °C
 Expansion Capillar/Valve
 Comp. Cooling Fan cooled
 Max. ambient temp. 43,0 °C

COMPRESSOR

Displacement 8,85 cm³
 Diameter 25,40 mm
 Stroke 17,47 mm
 Oil type ISO VG 32 ESTER
 Oil charge 300 cm³

MOTOR

Nominal Power 1/4 hp
 Voltage/Frequency 220-240V 50Hz
 Voltage range 187-264 V
 Type CSIR
 Phase number 1 PH
 Locked Rotor Amps (LRA) 12,00 A
 Max. Cont. Current (MCC) 3,00 A
 Main W. resist. at 25°C 11,30 Ω
 Start W. resist. at 25°C 27,80 Ω

NOMINAL PERFORMANCE

Cooling Capacity	842 W
COP	2,18 W/W
EER	1,88 kCal/Wh
Input Power	386 W
Current	2,02 A

ASHRAE

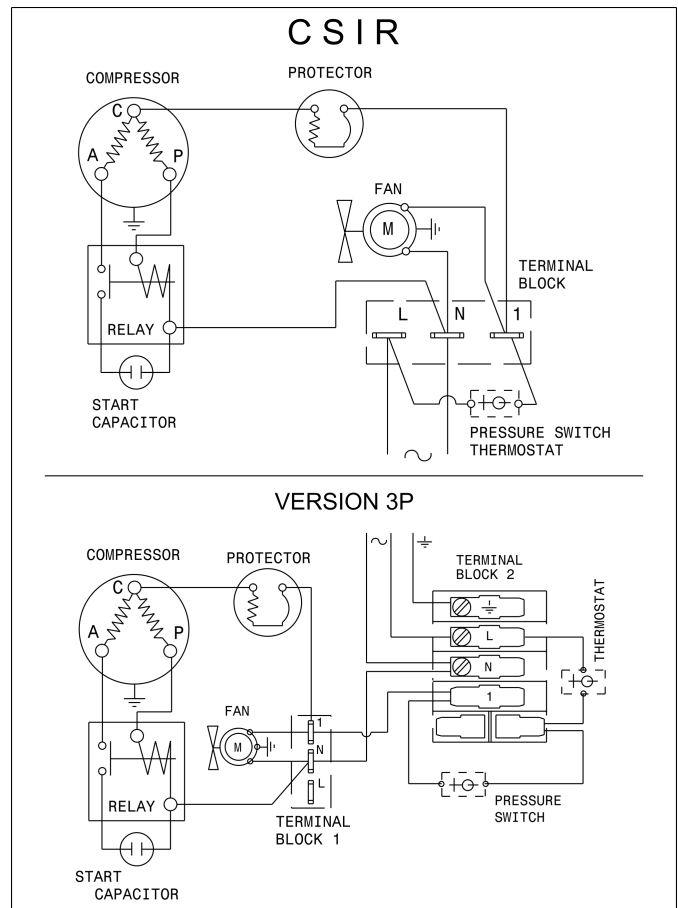
TEST CYCLE CONDITIONS

	HMBP
Evaporating temp. (T _e)	7,2 °C
Condensing temp. (T _c)	55,0 °C
Liquid temp. (T _{liq.})	46,0 °C
Ambient temp. (T _{amb.})	35,0 °C
Suction temp. (T _{suction})	35,0 °C
Voltage/Frequency	220 V 50 Hz

CONDENSER AND FAN DATA

Condenser type	CU-AL
Condenser model	8T 4R
Fan blade (Ø mm / °)	200 / 28
Fan motor	5W 230V 50/60Hz

WIRING DIAGRAM



REFRIGERATION CAPACITY (W) Evaporating Temperature (°C)

Model	Motor	-25	-15	-5	5	7.2			10
						W	Winp	A	
CGL90TB_N	CSIR	203	341	533	780	842	386	2.02	924

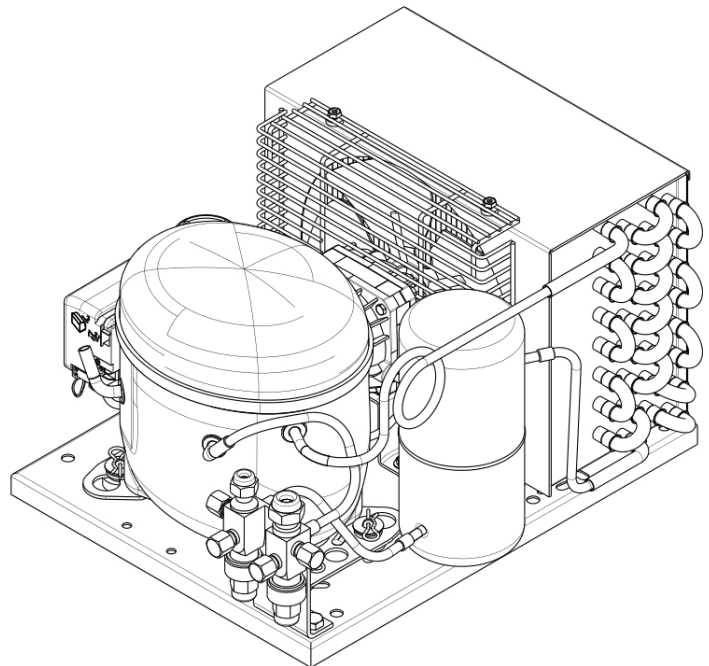
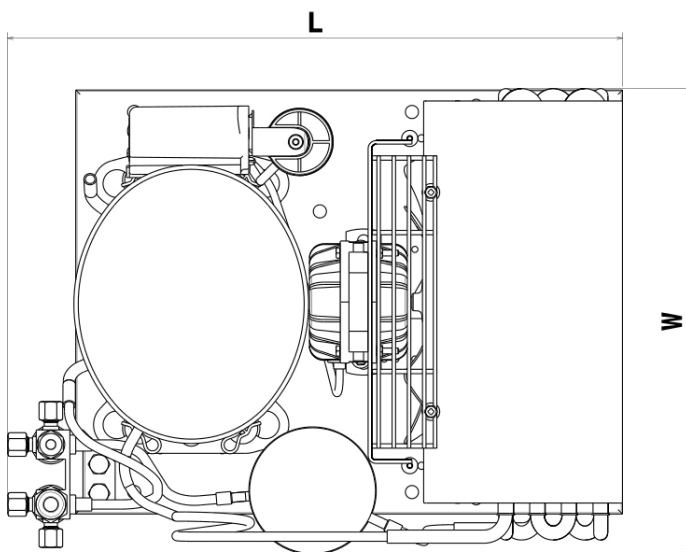
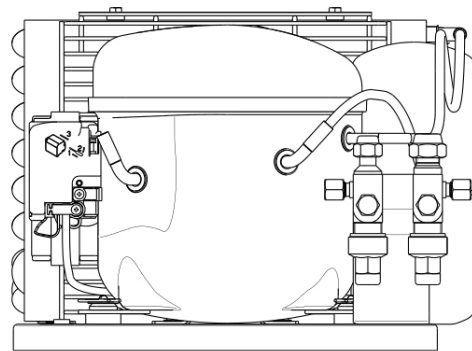
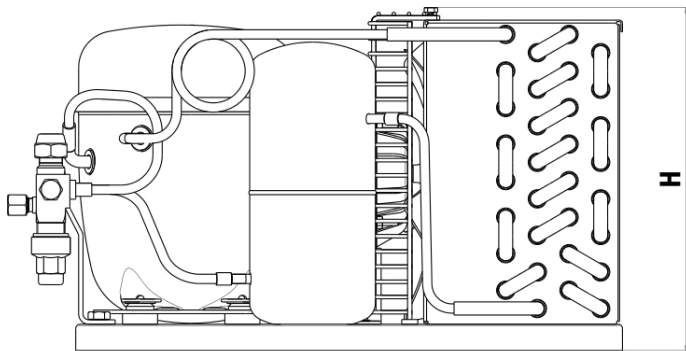
ASHRAE HMBP: Condensing temperature: 55°C, Liquid temperature: 46°C, Suction temperature: 35°C, Ambient temperature: 35°C

Condensing Unit Technical Data Sheet

VERSIONS

VERSION 1	VERSION 2	VERSION 3	VERSION 3P	VERSION 4
Tube	Service valve	Service valve and receiver	Service valve, receiver, pressure switch	Schrader valve on the service port
Suction tube internal diam.: 6,5 mm Discharge tube internal diam.: 4,9 mm Net Weight: 17,7 Kg	Suction valve: 3/8" Discharge valve: 1/4" Net Weight: 18,2 Kg	Receiver vol.: 0,9 l Suction valve: 3/8" Discharge valve: 1/4" Net Weight: 18,5 Kg	Receiver vol.: 0,9 l Suction valve: 3/8" Discharge valve: 1/4" Net Weight: 19,6 Kg	Suction tube internal diam.: 6,5 mm Discharge tube internal diam.: 4,9 mm Net Weight: 17,7 Kg

DIMENSIONS (Version 3 drawing)



VERSION 1-4 (WxLxH) (mm)	VERSION 2 (WxLxH) (mm)	VERSION 3 (WxLxH) (mm)	VERSION 3P (WxLxH) (mm)
315x385x235	315x425x235	320x425x235	330x435x245

Anexo 12 – Evaporador

BBX

VBN

VBT

VBI / VBP

BCX

VCN

VCT / EPC

EAC

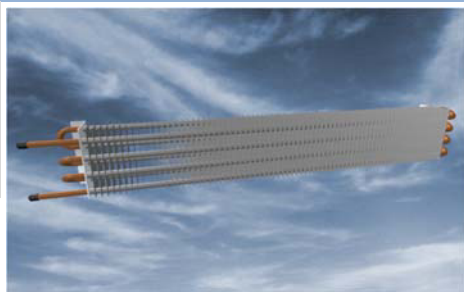
TX

ECT

VEH

BEH

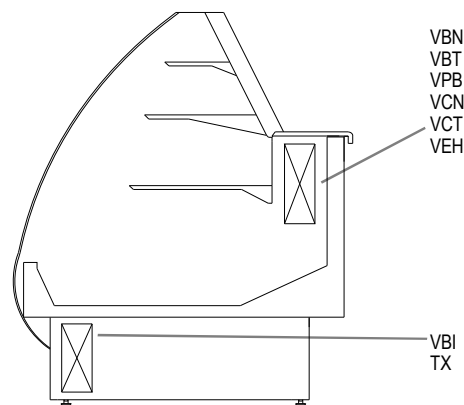
MEH

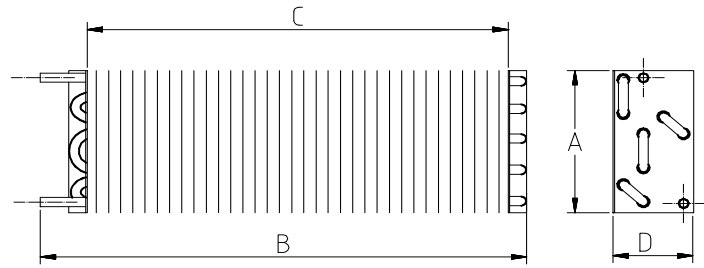


Modelo Type	Capacidade Capacity (DT=10°C)	Superfície Surface m ²	Dimensões Dimensions			
			A	B	C	D
			mm			
4TX620	63	0.68	115	620	520	79
4TX720	76	0.81	115	720	620	79
4TX800	86	0.92	115	800	700	79
4TX1100	121	1.31	115	1100	1000	79
4TX1200	134	1.44	115	1200	1100	79
4TX1400	158	1.70	115	1400	1300	79
4TX1700	194	2.09	115	1700	1600	79
4TX2000	231	2.49	115	2000	1900	79
4TX2230	259	2.79	115	2230	2130	79
4TX2300	267	2.88	115	2300	2200	79
4TX2600	305	3.27	115	2600	2500	79
4TX2750	323	3.47	115	2750	2650	79
4TX3250	384	4.12	115	3250	3150	79
4TX3750	444	4.78	115	3750	3650	79
6TX620	85	0.91	153	620	520	79
6TX720	100	1.08	153	720	620	79
6TX800	114	1.23	153	800	700	79
6TX1100	163	1.75	153	1100	1000	79
6TX1200	179	1.92	153	1200	1100	79
6TX1400	212	2.27	153	1400	1300	79
6TX1700	259	2.79	153	1700	1600	79
6TX2000	309	3.32	153	2000	1900	79
6TX2230	347	3.72	153	2230	2130	79
6TX2300	357	3.84	153	2300	2200	79
6TX2600	406	4.36	153	2600	2500	79
6TX2750	430	4.63	153	2750	2650	79
6TX3250	510	5.49	153	3250	3150	79
6TX3650	593	6.37	153	3750	3650	79

Modelo Type	Preço Price EUR
4TX620	S/P.
4TX720	S/P.
4TX800	S/P.
4TX1100	S/P.
4TX1200	S/P.
4TX1400	S/P.
4TX1700	S/P.
4TX2000	S/P.
4TX2230	S/P.
4TX2300	S/P.
4TX2600	S/P.
4TX2750	S/P.
4TX3250	S/P.
4TX3750	S/P.
6TX620	S/P.
6TX720	S/P.
6TX800	S/P.
6TX1100	S/P.
6TX1200	S/P.
6TX1400	S/P.
6TX1700	S/P.
6TX2000	S/P.
6TX2230	S/P.
6TX2300	S/P.
6TX2600	S/P.
6TX2750	S/P.
6TX3250	S/P.
6TX3650	S/P.

Aplicações Applications

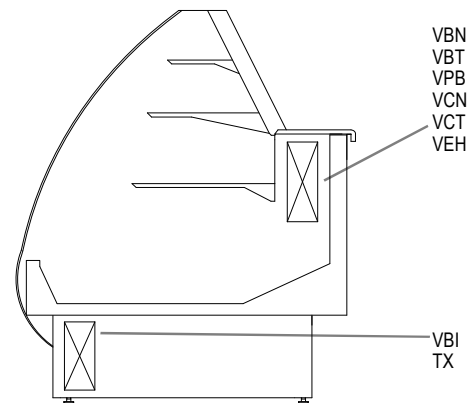




Modelo Type	Capacidade (DT=10°C) Capacity (DT=10°C)	Superfície Surface m ²	Dimensões Dimensions			
			A	B	C	D
mm						
8TX620	106	1.13	191	620	520	79
8TX720	126	1.35	191	720	620	79
8TX800	143	1.54	191	800	700	79
8TX1100	205	2.19	191	1100	1000	79
8TX1200	223	2.49	191	1200	1100	79
8TX1400	264	2.84	191	1400	1300	79
8TX1700	324	3.49	191	1700	1600	79
8TX2000	386	4.15	191	2000	1900	79
8TX2230	433	4.65	191	2230	2130	79
8TX2300	448	4.81	191	2300	2200	79
8TX2600	507	5.45	191	2600	2500	79
8TX2750	538	5.79	191	2750	2650	79
8TX3250	640	6.87	191	3250	3150	79
8TX3750	742	7.97	191	3750	3650	79
10TX620	127	1.36	229	620	520	79
10TX720	151	1.62	229	720	620	79
10TX800	171	1.84	229	800	700	79
10TX1100	244	2.62	229	1100	1000	79
10TX1200	267	2.88	229	1200	1100	79
10TX1400	316	3.40	229	1400	1300	79
10TX1700	390	4.18	229	1700	1600	79
10TX2000	463	4.98	229	2000	1900	79
10TX2230	519	5.58	229	2230	2130	79
10TX2300	536	5.76	229	2300	2200	79
10TX2600	608	6.54	229	2600	2500	79
10TX2750	645	6.94	229	2750	2650	79
10TX3250	766	8.24	229	3250	3150	79
10TX3750	890	9.56	229	3750	3650	79

Modelo Type	Preço Price EUR
8TX620	S/P.
8TX720	S/P.
8TX800	S/P.
8TX1100	S/P.
8TX1200	S/P.
8TX1400	S/P.
8TX1700	S/P.
8TX2000	S/P.
8TX2230	S/P.
8TX2300	S/P.
8TX2600	S/P.
8TX2750	S/P.
8TX3250	S/P.
8TX3750	S/P.
10TX620	S/P.
10TX720	S/P.
10TX800	S/P.
10TX1100	S/P.
10TX1200	S/P.
10TX1400	S/P.
10TX1700	S/P.
10TX2000	S/P.
10TX2230	S/P.
10TX2300	S/P.
10TX2600	S/P.
10TX2750	S/P.
10TX3250	S/P.
10TX3750	S/P.

Aplicações Applications



BBX

VBN

VBT

VBI/VPB

BCX

VCN

VCT/EPC

EAC

TX

ECT

VEH

BEH

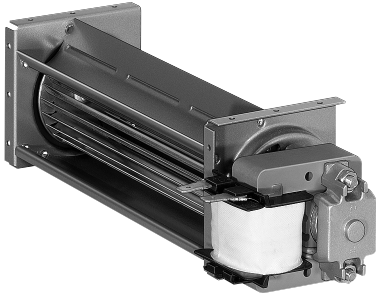
MEH

Anexo 13 – Ventilador

QL4/0030-2124

AC tangential blower

forward-curved



ebm-papst Landshut GmbH

Hofmark-Aich-Straße 25

D-84030 Landshut

Phone +49 (0) 871 707-0

Fax +49 (0) 871 707-465

info3@de.ebmpapst.com

www.ebmpapst.com

Nominal data

Type	QL4/0030-2124	
Phase		1~
Nominal voltage	VAC	230
Frequency	Hz	50
Speed	min ⁻¹	2300
Power consumption	W	20
Current draw	A	0.17
Min. ambient temperature	°C	0
Max. ambient temperature	°C	60
Air flow	m ³ /h	126
Pressure increase	Pa	15

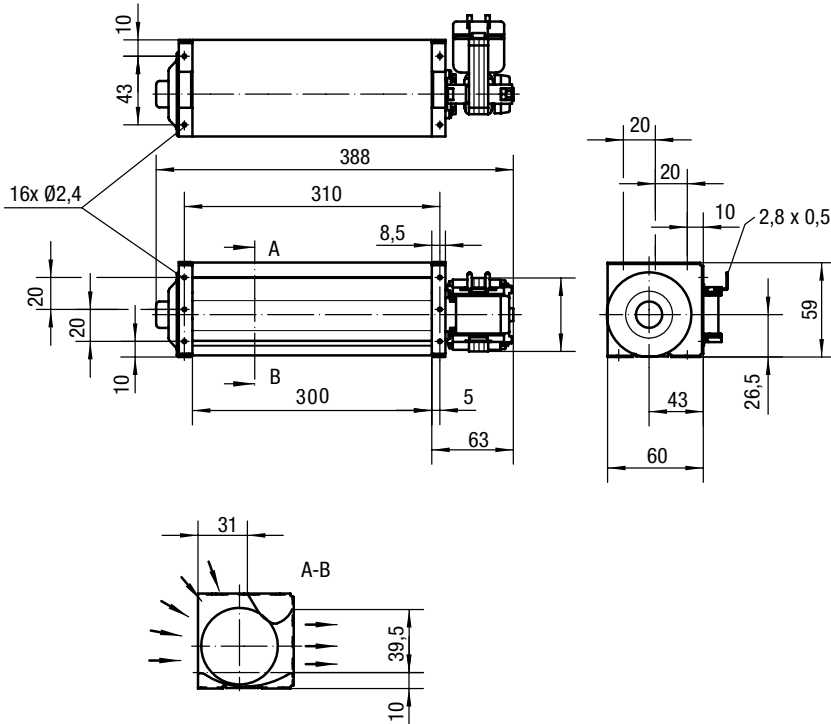
ml = Max. load · me = Max. efficiency · fa = Free air · cs = Customer specification · ce = Customer equipment
Subject to change



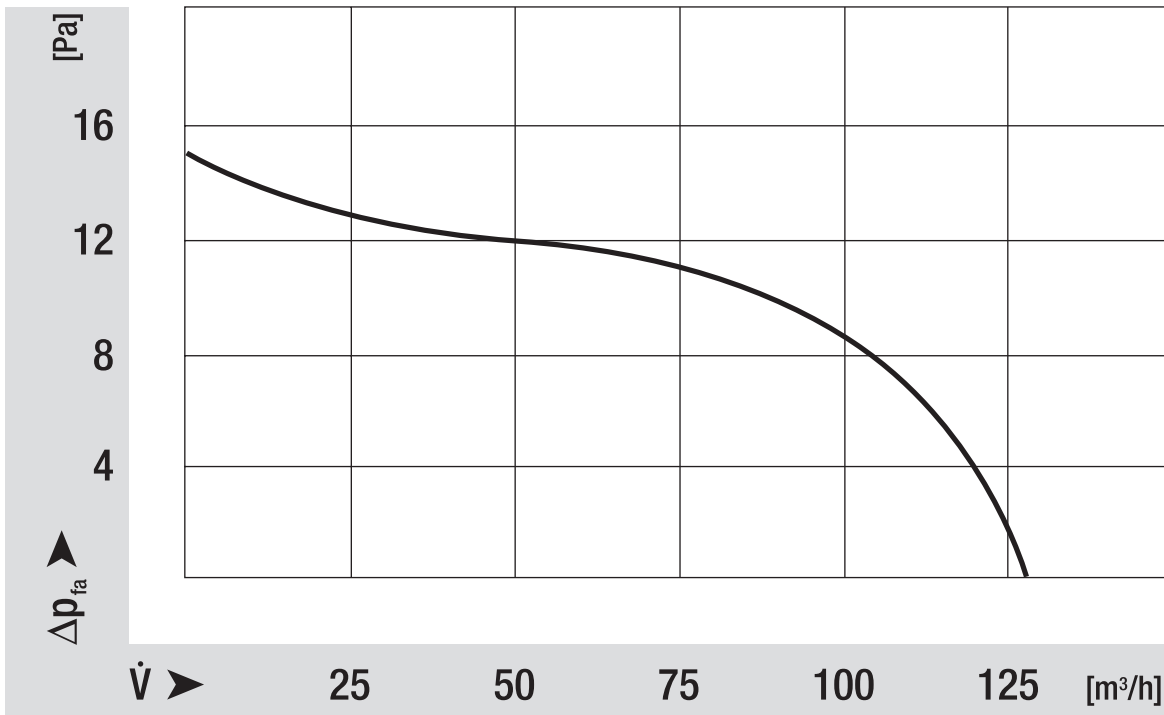
Technical description

Weight	0.8 kg
Dimensions	40 mm
Insulation class	B on request on F or H
Installation position	Horizontal or vertical with motor on bottom
Cable	Flat plug 2.8 x 0.5

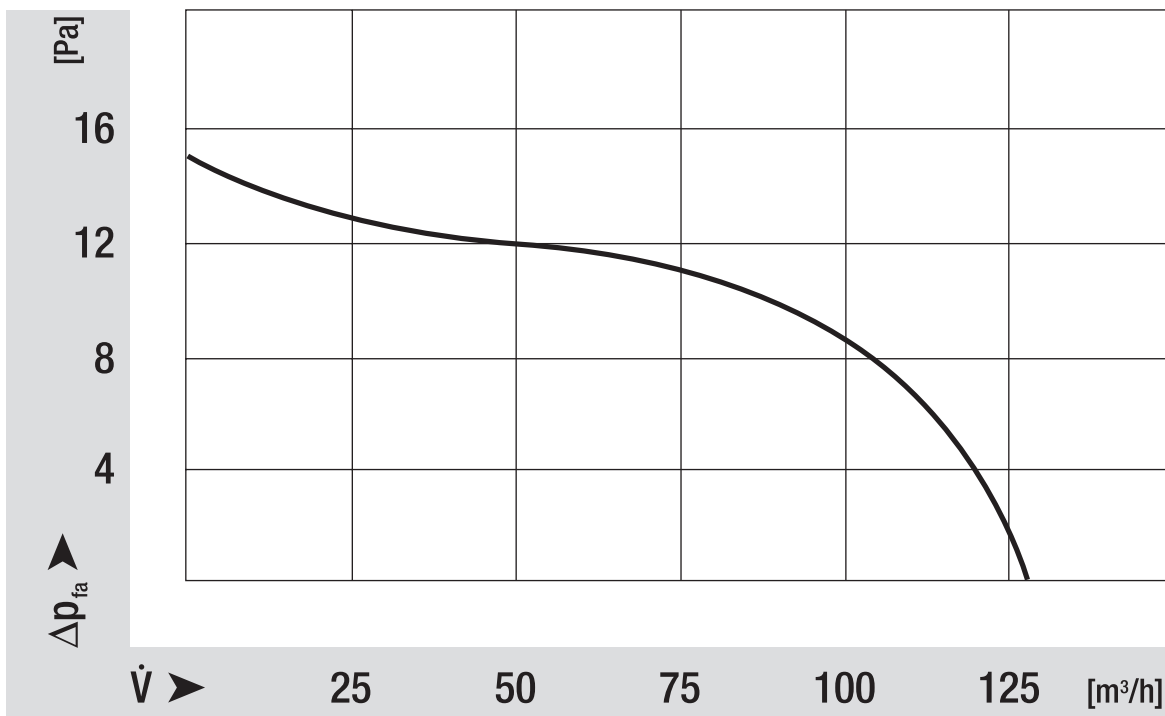
Product drawing



Curves: Air performance



Curves: Speed



Anexo 14 – Visor

INDICATORI DI LIQUIDO E DI UMIDITA'

serie LI - MI

AMBITO DI APPLICAZIONE

Gli indicatori sono considerati "Accessori a pressione" secondo quanto definito nell'Articolo 2, paragrafo 5, della Direttiva PED 2014/68/EU e sono oggetto dell'Articolo 4, paragrafo 1, lettera c, della medesima Direttiva. Tutta la serie è stata progettata per l'utilizzo con fluidi classificati dall'Articolo 13, paragrafo 1, lettera b, della Direttiva PED 2014/68/EU come appartenenti al Gruppo 2, ovvero fluidi non tossici, non infiammabili e non esplosivi; di tale macro Gruppo fanno parte anche i fluidi frigorigeni, appartenenti al Gruppo A1 secondo classificazione della norma EN 378-1 ed elencati all'Appendice E della norma stessa. Gli indicatori a sella sono esclusi dal campo d'applicazione della Direttiva 2014/68/EU in quanto componenti di tubazione.

La Funzione degli indicatori di liquido e di umidità, è quella di verificare in tempo reale la regolarità del flusso e la presenza di umidità nel sistema.

CONSTRUZIONE

Gli indicatori sono realizzati incastonando una spia di vetro direttamente nel corpo di ottone forgiato a caldo EN 12420 - CW617N oppure nella ghiera indicatrice in ottone EN 12164 - CW614N. Si forma così un'unica struttura compatta che riduce al minimo le giunzioni fra componenti, con conseguente eliminazione di possibili fughe di refrigerante. Per ottenere una perfetta tenuta del vetro in tutti gli indicatori viene utilizzata una guarnizione in teflon modificato, negli indicatori a sella la tenuta tra ghiera indicatrice e corpo è affidata ad un OR in gomma CR o HNBR. I modelli che si collegano all'impianto mediante saldobrasatura, hanno attacchi in rame EN 12735-1 - Cu-DHP.

SERIE LI: Questa serie di indicatori permette di verificare se in condizioni di carica o di funzionamento dell'impianto il fluido refrigerante transita nell'indicatore in stato completamente liquido. La presenza di bollicine indica una parziale evaporazione del fluido lungo la linea del liquido.

SERIE MI: Questa serie di indicatori è caratterizzata da un elemento sensibile all'umidità, il cui colore vira dal verde al giallo a seconda della concentrazione di umidità nell'impianto.

INSTALLAZIONE

All'avviamento dell'impianto il colore dell'elemento sensibile all'umidità può essere giallo, sia a causa dell'umidità atmosferica con cui l'indicatore è venuto a contatto, sia a causa dell'umidità presente nel circuito. Quando il grado d'umidità del frigorigeno si normalizza grazie all'azione del filtro disidratatore, il colore dell'elemento ritorna ad essere verde.

Il collegamento degli indicatori all'impianto deve essere eseguito con una lega a basso punto di fusione. Durante la saldatura evitare di dirigere la fiamma direttamente verso il corpo tenendo quest'ultimo raffreddato per evitare di compromettere la tenuta della guarnizione tra vetro e corpo d'ottone.

NOTA: Dove è necessario serrare la ghiera indicatrice (provvista di anello di tenuta) al corpo indicatore, utilizzare la coppia indicata nelle istruzioni d'uso allegate al prodotto al fine di garantire una perfetta tenuta e resistenza alla PS massima ammissibile dichiarata.

MOISTURE CONTENT [ppm] - LIQUID PHASE						
Fluid	Liquid temperature: +25 °C			Liquid temperature: +50 °C		
	Green / Dry	Intermediate color	Yellow / Wet	Green / Dry	Intermediate color	Yellow / Wet
R22	< 30	30 - 120	> 120	< 60	60 - 240	> 240
R134a	< 30	30 - 100	> 100	< 55	55 - 180	> 180
R404A	< 20	20 - 70	> 70	< 30	30 - 120	> 120
R407C	< 30	30 - 110	> 110	< 60	60 - 240	> 240
R410A	< 30	30 - 150	> 150	< 60	60 - 300	> 300
R507	< 20	20 - 65	> 65	< 30	30 - 120	> 120

LIQUID AND MOISTURE INDICATORS

LI - MI series

APPLICATION

The indicators are classified "Pressure accessories" in the sense of the Directive PED 2014/68/EU, Article 2, paragraph 5 and are subject of Article 4, paragraph 1, letter c, of the same Directive. All the product range is suitable for use with fluids proper to the Group 2, as defined in Article 13, paragraph 1, letter b, of Directive PED 2014/68/EU, therefore not toxic, not inflammable and not explosive fluids; to this macro Group belongs also the refrigerant fluids listed and classified in A1 Group of Annex E of standard EN 378-1. Saddle type indicators are excluded from the scope of Directive 2014/68/EU as piping components.

The function of liquid and moisture indicators, is to verify the actual situation of flow and the presence of moisture in the system.

CONSTRUCTION

The indicators are made by embedding a spy glass directly into the body of hot forged brass EN 12420 - CW617N or in the annular indicator body of brass EN 12164 - CW614N. This forms a unique compact structure that minimizes the junctions between components, followed by removing of possible leakage of refrigerant. To obtain a perfect sealing of glass in all indicators is used a modified Teflon gasket, in saddle type indicators the seal between the annular indicator and the body is done by an O-ring made of CR or HNBR. In some models, the solder connections are made of copper EN 12735-1 - Cu-DHP.

LI SERIES: This indicators series allows to check if the fluid passes in the indicator in the completely liquid state in charging conditions or in normal system operation. The presence of bubbles indicates the partial evaporation of the fluid along the liquid line.

MI SERIES: This indicators series is characterized by an element sensitive to moisture which changes color from green to yellow depending on the concentration of moisture in the system.

INSTALLATION

During the first start, the color of the element sensitive to moisture can be yellow, not only because of atmospheric moisture with which the indicator has come into contact, but also for presence of moisture in the circuit. When the moisture content of the refrigerant is normalized through the dehydrator filter, the color of the element become green.

The brazing of the indicators to the system shall be done with a low melting point alloy. During this process do not point the flame directly towards the body keeping it cooled in order to avoid compromising the seal of the gaskets.

NOTE: Where it is necessary to tighten the ring nut (equipped with a seal) to the body indicator, use the torque specified in the instructions provided with the product in order to ensure a perfect seal and resistance to PS maximum allowable declared.

INDICATORI DI UMIDITA'

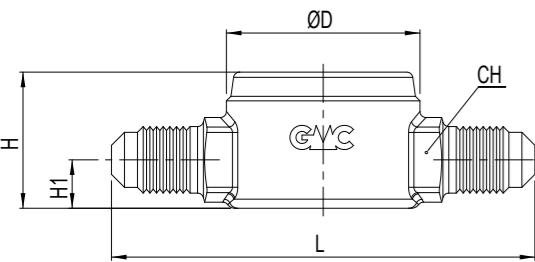
serie MI

MOISTURE INDICATORS

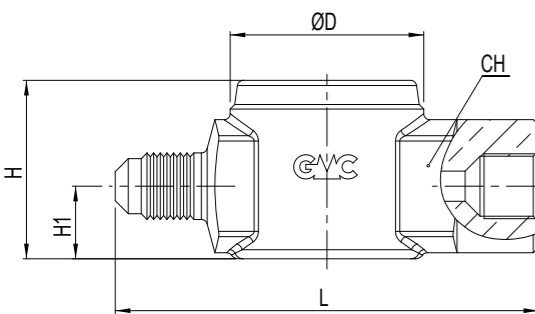
MI series

Type	Type of connection	SAE Flare	ODS Ø		ODM Ø		For pipe Ø		TS [°C]	PS [bar]	Dimensions [mm]					Category 2014/68/EU PED	Weight [g]	Pieces per box				
			[in]	[mm]	[in]	[mm]	[in]	[mm]			ØD	L	H	H1	CH							
MI2MM	Male-male	1/4"	-	-	-	-	-	-	-40 ÷ +120	45	32	70	22,5	8	14	Art. 4.3	120	25				
MI3MM		3/8"	-	-	-	-	-	-				75	29,5	12	22		190	25				
MI4MM		1/2"	-	-	-	-	-	-				80	29,5	12	22		204	25				
MI5MM		5/8"	-	-	-	-	-	-				88	31,5	13	24		255	25				
MI6MM		3/4"	-	-	-	-	-	-				91	35,5	15	28		325	25				
MI2MF		Male-female	1/4"	-	-	-	-	-				-	70	29,5	12		22	209	25			
MI3MF	3/8"		-	-	-	-	-	-				75	29,5	12	22		202	25				
MI4MF	1/2"		-	-	-	-	-	-				80	31,5	13	24		235	25				
MI5MF	5/8"		-	-	-	-	-	-				85	35,5	15	28		305	25				
MI6MF	3/4"		-	-	-	-	-	-				94	41,5	17,5	35		471	25				
MI2SL	By-pass		-	-	-	1/4"	6	-				-	202	7	22,5		-	130	35			
MI2SLP		-	-	-	1/4"	6	-	-				98,5	58,5	38	-		130	32				
MI2S	Soldering	Hot forged brass	1/4"	-	-	-	-	-				36	45	32	125		22,5	8	14	Art. 4.3	126	50
MI3S			3/8"	-	-	-	-	-							132		29,5	12	22		132	50
MIM10S			-	-	10	-	-	-							-		133	50				
MIM12S			-	-	12	-	-	-							-		203	50				
MI4S			1/2"	-	-	-	-	-							-		205	50				
MI5S			5/8"	-	-	16	-	-							-		198	50				
MIM18S		-	-	-	18	-	-	-	235	50												
MI6S		3/4"	-	-	-	-	-	-	237	50												
MI7S		7/8"	-	-	22	-	-	-	309	42												
MI9S		1.1/8"	-	-	28	-	-	-	510	42												
MIM28SCU		Copper tube	-	-	-	-	28	-	-	150	30				-	235	228	26				
MI11S			-	-	-	1.3/8"	35	-	-	-	160				33,5	-	-	275	26			
MI11ST	-		-	-	1.3/8"	35	-	-	-	-	-	-	-	283	26							
MI13S	-		-	-	1.5/8"	-	-	-	-	170	37	-	-	Cat. I	425	26						
MI13ST	-		-	-	1.5/8"	-	-	-	-						425	26						
MIM42S	-		-	-	-	42	-	-	-						425	26						
MI17ST	-	-	-	2.1/8"	54	-	-	-	540						26							
MI5T	Saddle	-	-	-	-	-	5/8"	16	-						36	-	-	32	Excluded	120	25	
MIM18T		-	-	-	-	-	-	18	-						37	-	-			120	25	
MI7T		-	-	-	-	-	-	7/8"	22	-	39	-	-	120	25							
MI9T		-	-	-	-	-	-	1.1/8"	28	-	42	-	-	120	25							
MI11T		-	-	-	-	-	-	1.3/8"	35	-	45	-	-	120	25							
MIM42T		-	-	-	-	-	-	1.5/8"	42	-	48,5	-	-	120	25							
MI17T		-	-	-	-	-	-	2.1/8"	54	-	56	-	-	120	25							

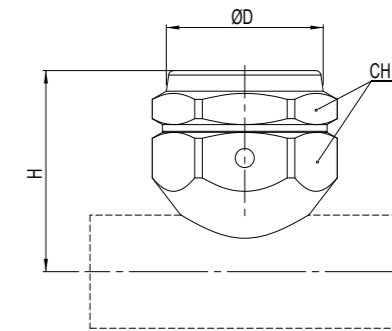
MI.MM



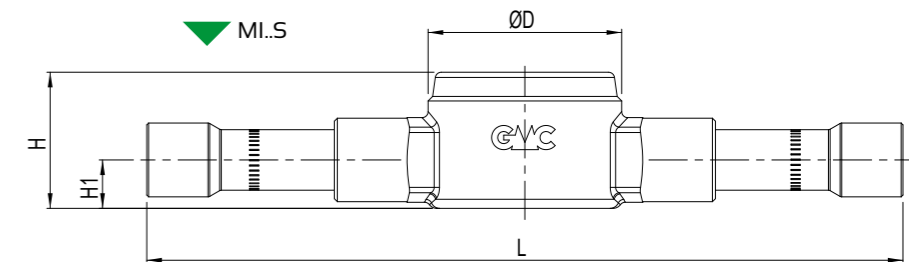
MI.MF



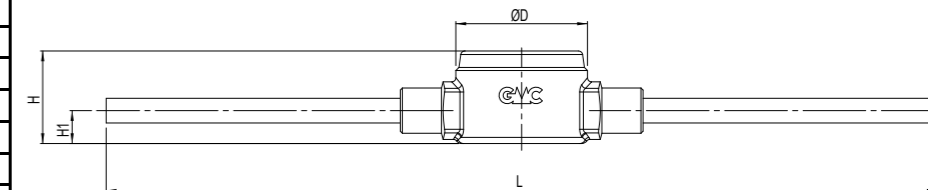
MI.T



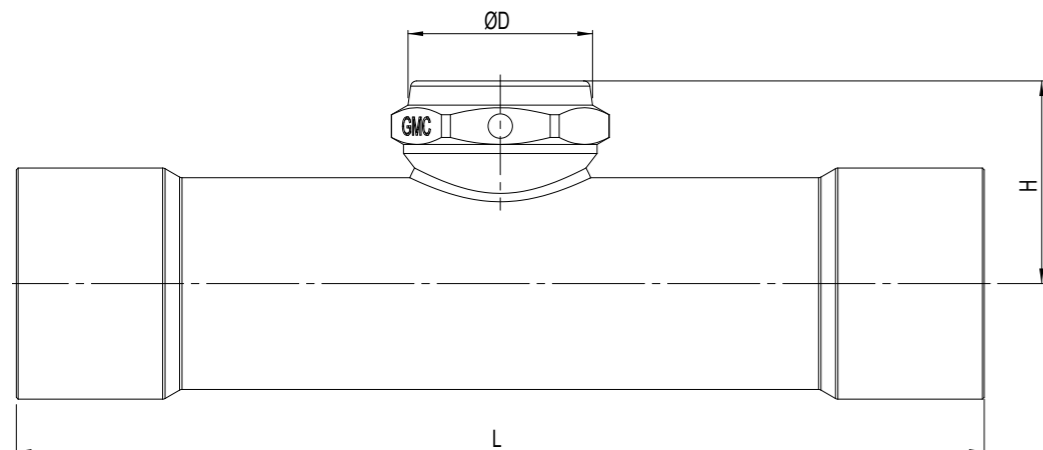
MI.S



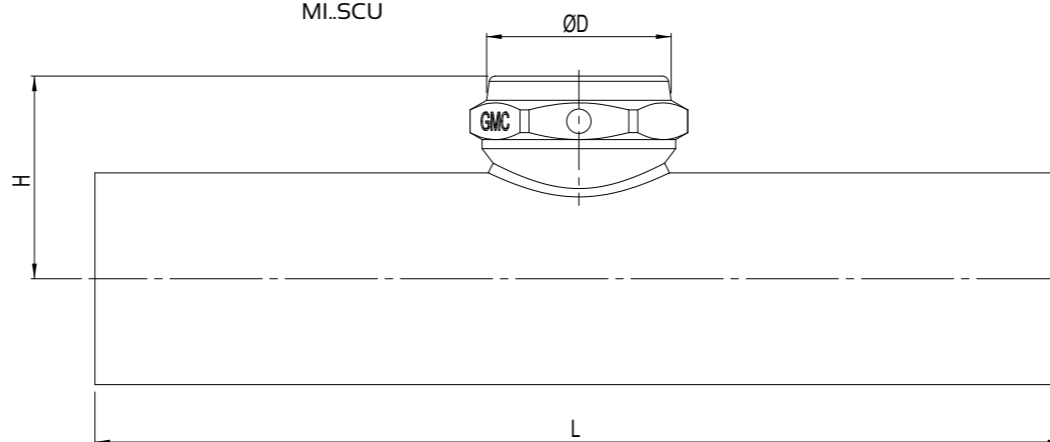
MI.SL



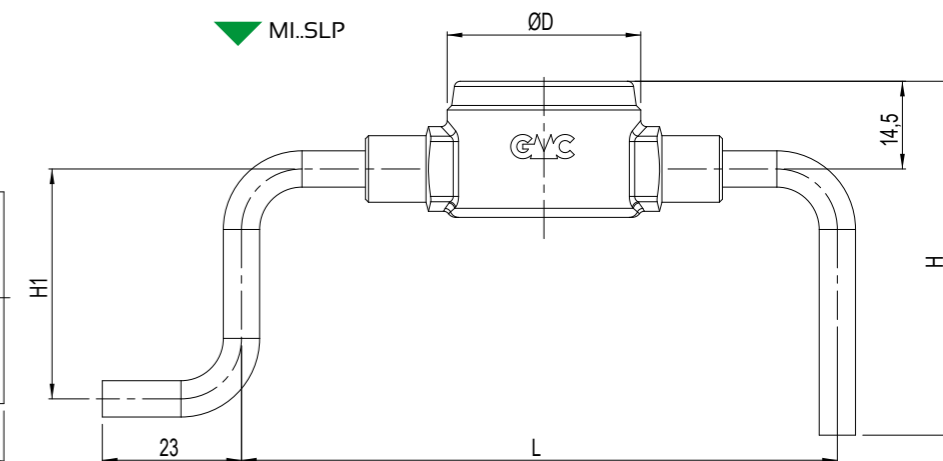
MI.ST



MI.S
MI.SCU



MI.SLP



Anexo 15 – Filtro

FILTRI DISIDRATATORI

serie SC - SCA - MSD

AMBITO DI APPLICAZIONE

I filtri disidratatori, sono considerati "Recipienti" secondo quanto definito nell'Articolo 2, paragrafo 2, della Direttiva PED 2014/68/EU e sono oggetto dell'Articolo 4, paragrafo 1, lettera a, della medesima Direttiva. Tutta la serie è stata progettata per l'impiego con fluidi classificati dall'Articolo 13, paragrafo 1, lettera b, della Direttiva PED 2014/68/EU come appartenenti al Gruppo 2, ovvero fluidi non tossici, non infiammabili e non esplosivi; di tale macro Gruppo fanno parte anche i fluidi frigorigeni, appartenenti al Gruppo A1 secondo classificazione della norma EN 378-1 ed elencati all'Appendice E della norma stessa. La funzione del filtro disidratatore è quella di proteggere l'impianto da umidità, acidi e contaminanti solidi. La presenza di umidità può essere causa della formazione di ghiaccio, di una riduzione di efficienza dell'impianto e della formazione di acidi con conseguenti danni al compressore.

COSTRUZIONE

Tutti i modelli di filtri disidratatori, hanno corpo e testata realizzati in acciaio UNI EN 10130 - DC04. L'assemblaggio delle due parti avviene mediante saldatura MIG oppure TIG senza apporto di materiale, realizzando così un unico corpo molto resistente e senza discontinuità. La carica disidratante in questi filtri non è sostituibile e può essere composta da un blocco unico e compatto (cartuccia solida) oppure da una carica sfusa di sfere di setaccio molecolare. Nei filtri a cartuccia solida è presente inoltre un particolare tipo feltro che realizza un filtraggio meccanico, che minimizza la resistenza al moto del fluido a vantaggio dell'efficacia di disidratazione. La gamma di produzione, prevede realizzazioni con attacchi a saldare.

SERIE SC: In questa serie di filtri, l'elemento disidratante è una cartuccia compatta composta al 100% di setaccio molecolare da 3 Å particolarmente adatto per applicazioni con fluidi HFC e oli POE, PAG.

SERIE SCA: In questa serie di filtri, l'elemento disidratante è una cartuccia compatta composta al 80% di setaccio molecolare da 3 Å e al 20% da allumina attivata; la presenza di quest'ultimo elemento conferisce alla cartuccia elevate caratteristiche deacidificanti pur mantenendo una capacità di adsorbimento dell'umidità elevata. Questi filtri sono particolarmente adatti per applicazioni con fluidi HCFC, CFC e oli minerali a base di alchilbenzene.

SERIE MSD: In questa serie di filtri, l'elemento disidratante è composto da sferette di setaccio molecolare da 3 Å.

Il design dell'involucro in acciaio è studiato per impedire il distacco delle palline evitando inoltre che componenti solidi entrino nell'impianto. La particolarità di questo filtro è che non essendo presente il materiale legante si ha una maggiore superficie disidratante e quindi una maggiore velocità di adsorbimento dell'umidità.

INSTALLAZIONE

Per prestazioni ottimali del filtro si consiglia di montarlo con asse longitudinale verticale e con freccia rivolta verso il basso.

Per la serie MSD non sono consigliate installazioni in impianti sottoposti a forti vibrazioni per evitare l'eccessivo sfregamento e quindi il consumo delle sferette di setaccio molecolare.

L'importante funzione assolta dai filtri disidratatori all'interno dell'impianto, è tale che, si consiglia di prevedere una manutenzione programmata per verificarne l'efficienza e quindi garantire il corretto funzionamento del sistema.

FILTERS DRIERS

SC - SCA - MSD series



APPLICATION

The Filters driers are classified "Vessels" in the sense of the Directive PED 2014/68/EU, Article 2, paragraph 2 and are subject of Article 4, paragraph 1, letter a, of the same Directive.

All the product range is suitable for use with fluids proper to the Group 2, as defined in Article 13, paragraph 1, letter b, of Directive PED 2014/68/EU, therefore not toxic, not inflammable and not explosive fluids; to this macro Group belongs also the refrigerant fluids listed and classified in A1 Group of Annex E of standard EN 378-1.

The function of the dehydrating filter is to protect the system from moisture, acids and solid contaminants. Moisture can cause the formation of ice, a reduction in efficiency of the system and the formation of acids, resulting in damage to the compressor.

CONSTRUCTION

All types of filter driers, have body and head made of steel UNI EN 10130 - DC04. The assembly of the two parts is done by MIG or TIG without filler material soldering, thus creating a single body very strong and seamless. In this type of filters the charge desiccant is not replaceable and can be composed of a solid core or from a charge of small spheres of molecular sieve. In the filters of solid cartridge is present also a particular felt type which allows a mechanical filtering, all while providing the minimum resistance to the motion of the fluid to the benefit of the effectiveness of dehydration. The production range, includes versions with threaded connections or solder connections.

SC SERIES: In this type of filters, the desiccant element is a compact cartridge made from 100% of molecular sieve 3 Å particularly suitable for applications with fluids HFC and POE, PAG oil.

SCA SERIES: In this type of filters, the desiccant element is a compact cartridge consists to 80% of molecular sieve 3 Å and 20% of activated alumina; the presence of the latter element gives the cartridge its high characteristics de-acidifying while maintaining a high moisture adsorption capacity. These filters are particularly suitable for applications with fluids HCFC, CFC and based mineral oils alkyl benzene based.

MSD SERIES: In this series of filters, the dehydrating element is composed of beads of from 3 Å molecular sieve.

The design of the casing steel is designed to prevent the detachment of the balls also avoiding that the solid components enter the equipment. The particularity of this filter is that not being present the binder material is a greater surface, and then dehydrating a higher speed of adsorption of moisture.

INSTALLATION

To optimize the performance of the filter is recommended to be mounted with the longitudinal axis vertical while the arrow points down.

For the series MSD are not recommended installations in plants subjected to phenomena of strong vibrations to avoid excessive rubbing and therefore the consumption of the beads of the molecular sieve.

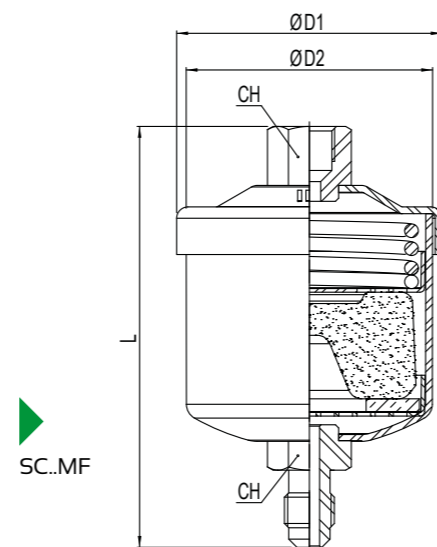
Considering the importance of the filters within the system it is recommended to provide for a scheduled maintenance to check the correct function of the system.

FILTRI DISIDRATATORI
serie SC..MM/MF

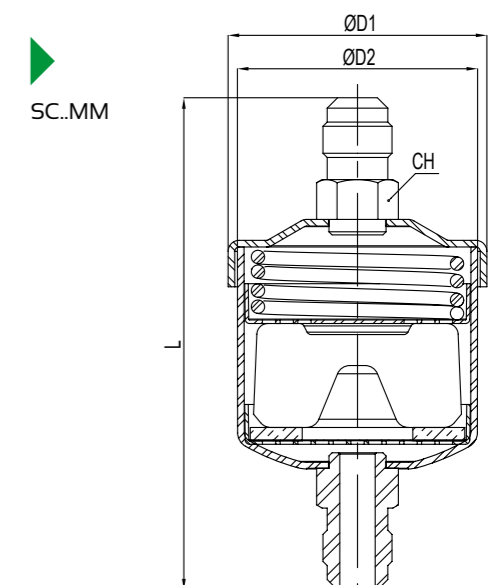
FILTER DRIERS
SC..MM/MF series

Type	Nominal volume [cm ³]	SAE Flare	ORFS	TS [°C]	PS [bar]	Dimensions [mm]				Refrigerant flow capacity Pressure drop 0,07 bar ⁽¹⁾ [kW]			Water capacity at +24 °C ⁽²⁾ [g H ₂ O]			Dehydratable charge at +24 °C [kg refrigerant]			Water capacity at +52 °C ⁽²⁾ [g H ₂ O]			Dehydratable charge at +52 °C [kg refrigerant]			Category 2014/68/EU PED	Weight [g]	Pieces per box													
						ØD1	ØD2	L	CH	R22 R410A R407C	R134a	R404A R507	R22 R410A R407C	R134a	R404A R507	R22 R410A R407C	R134a	R404A R507	R22 R410A R407C	R134a	R404A R507	R22 R410A R407C	R134a	R404A R507																
SC032MM	50	1/4"	-	-40 ÷ +80	45	58,5	54	103	16	10	8,5	7	6	6,2	6	5	6	6	5	5,3	5	4,5	5,5	5	Art. 4.3	285	32													
SC032MF		1/4"	-					93	16/16	10	8,5	7														283	32													
SC033MM		3/8"	-					111	16	19,5	17,5	13,5														299	32													
SC052MM	80	1/4"	-					116	16	11	9	7,5														9	10	9	9	9,5	9	8	8	7,5	8	8	8	7	343	32
SC053MM		3/8"	-					124	16	23	21	16																											357	32
SC082MM	130	1/4"	-					141	16	12	10,5	9														15	15	14,5	15,5	15,5	15	14	14	13,5	14	14	14	13	415	26
SC083MM		3/8"	-					149	16	27	25	17																											429	26
SC083MF		3/8"	-					137	20/16	27	25	17																											425	26
SC084MM		1/2"	-					157	19	36	33	23																											461	26
SC162MM		1/4"	-					154	16	14	11	9,5																											34	40
SC163MM	3/8"	-	162			16	31	29	20	790	12																													
SC163ORFS	-	6	152			19	31	29	20	810	12																													
SC164MM	1/2"	-	170			19	41	39	31	822	12																													
SC164ORFS	-	8	155			21	41	39	31	822	12																													
SC165MM	5/8"	-	179			23	54	50	35	882	12																													
SC303ORFS	-	6	237			19	49	47	39	60	65	58	63	63	58	52	56	48	53	60	50	1420	6																	
SC304MM	1/2"	-	247			19	50	48	40													1440	6																	
SC304ORFS	-	8	240			21	50	48	40													1440	6																	
SC305MM	5/8"	-	257			23	57	55	42													1460	6																	
SC324MM	1/2"	-	203			19	50	48	40													1650	6																	
SC325MM	5/8"	-	212	23	57	55	42	1710	6																															
SC414MM	1/2"	-	234	19	52	50	43	96	104													93	90	90	80	84	100	77	84	85	60	1950	6							
SC415MM	5/8"	-	243	23	59	57	44																									2010	6							
SC416MM	3/4"	-	245	27	75	70	48																									2050	6							

NOTE
 (1) Massima potenzialità frigorifera riferita ad una caduta di pressione totale di 0,07 bar, compresi i raccordi di entrata e di uscita (seconda norma ARI STANDARD 710 con una temperatura di condensazione di +30 °C ed una temperatura di evaporazione di -15 °C).
 (2) La capacità disidratante si basa sui contenuti di umidità nel refrigerante, prima e dopo la disidratazione, fissati dalla norma ARI STANDARD 710 la quale assume le seguenti condizioni di riferimento:
 Temperatura del liquido: +24 °C e +52 °C.
 Punto di equilibrio dell'umidità residua (EPD) per R22: 60 ppm di H₂O.
 Punto di equilibrio dell'umidità residua (EPD) per R134a, R404A, R407A, R410A, R507: 50 ppm di H₂O.



NOTES
 (1) Maximum refrigerant flow capacities are referred to a total pressure drop of 0,07 bar, inlet and outlet connections included (according to ARI STANDARD 710 with condensing temperature at +30 °C and evaporating temperature at -15 °C).
 (2) The dehydrating ability is based on the humidity content in the refrigerant, before and after drying, fixed in ARI STANDARD 710 that assumes the following reference conditions:
 Liquid temperature: +24 °C and +52 °C.
 Equilibrium Point Dryness (EPD) for R22: 60 ppm of H₂O.
 Equilibrium Point Dryness (EPD) for R134a, R404A, R407A, R410A, R507: 50 ppm of H₂O.



FILTRI DISIDRATATORI
serie SC..S

FILTER DRIERS
SC..S series

Type	Nominal volume [cm ³]	Solder connections				TS [°C]	PS [bar]	Dimensions [mm]			Refrigerant flow capacity Pressure drop 0,07 bar ⁽¹⁾ [kW]			Water capacity at +24 °C ⁽²⁾ [g H ₂ O]			Dehydratable charge at +24 °C [kg refrigerant]			Water capacity at +52 °C ⁽²⁾ [g H ₂ O]			Dehydratable charge at +52 °C [kg refrigerant]			Category 2014/68/EU PED	Weight [g]	Pieces per box																							
		[in]		[mm]				ØD1	ØD2	L	R22	R134a	R404A	R22	R134a	R404A	R22	R134a	R404A	R22	R134a	R404A	R22	R134a	R404A																										
		ODF	ODM	ODF	ODM						R410A R407C	R134a	R404A R507	R22 R410A R407C	R134a	R404A R507	R22 R410A R407C	R134a	R404A R507	R22 R410A R407C	R134a	R404A R507	R22 R410A R407C	R134a	R404A R507																										
SC032S	50	1/4"	3/8"	-	-	-40 + +80	45	58.5	54	95	10	8.5	7	6	6.2	6	5	6	6	5	5.3	5	4.5	5.5	5	Art. 4.3	261	32																							
SC033S		3/8"	1/2"	-	-					97	19.5	17.5	13.5																269	32																					
SC033M10S		-	-	10	12					97	19.5	17.5	13.5																269	32																					
SC052S	80	1/4"	3/8"	-	-					107	11	9	7.5																9	10	9	9	9.5	9	8	8	7.5	8	8	8	8	7	Art. 4.3	319	32						
SC053S		3/8"	1/2"	-	-					109	23	21	16																																	327	32				
SC053M10S		-	-	10	12					109	23	21	16																																	327	32				
SC054S	1/2"	5/8"	-	16	116					30	27	21	343																32																						
SC082S	130	1/4"	3/8"	-	-					132	12	10.5	9																15	15	14.5	15.5	15.5	15	14	14	13.5	14	14	14	14	13				Art. 4.3	391	26			
SC083S		3/8"	1/2"	-	-					134	27	25	17																																				399	26	
SC083M10S		-	-	10	12					134	27	25	17																																				399	26	
SC084S	1/2"	5/8"	-	16	141					36	33	23	411																26																						
SC084M12S	-	-	12	14	141					36	33	23	411																26																						
SC162S	250	1/4"	3/8"	-	-					145	14	11	9.5																34	40	33	37	42	35	31.5	33.5	30	31	32	28	Art. 4.3	760							12		
SC163S		3/8"	1/2"	-	-					147	31	29	20																																					745	12
SC163M10S		-	-	10	12					147	31	29	20																																					745	12
SC164S	1/2"	5/8"	-	16	154			41	39	31	782	12																																							
SC164M12S	-	-	12	14	154			41	39	31	782	12																																							
SC165S	5/8"	3/4"	16	-	162			54	50	35	802	12																																							
SC166S	3/4"	7/8"	-	-	167			62	58	39	842	12																																							
SC304S	500	1/2"	5/8"	-	16			232	50	48	40	60	65	58	63	63	58	52	56	48	53	60	50	Cat. I	1260				6																						
SC305S		5/8"	3/4"	16	-			240	57	55	42																			1284	6																				
SC324S		1/2"	5/8"	-	16			187	50	48	40																			1590	6																				
SC325S	5/8"	3/4"	16	-	195			57	55	42	1630	6																																							
SC326S	3/4"	7/8"	-	-	200			65	63	46	1670	6																																							
SC327S	7/8"	1.1/8"	-	-	200			73	70	52	1670	6																																							
SC414S	670	1/2"	5/8"	-	16			218	52	50	43	96	104	93	90	90	80	84	100	77	84	85	60							Cat. I	1900	6																			
SC415S		5/8"	3/4"	16	-			226	59	57	44																						1930	6																	
SC416S		3/4"	7/8"	-	-			231	75	70	48																						1970	6																	
SC417S	7/8"	1.1/8"	-	-	231			83	78	54	1970	6																																							
SC757S	1340	7/8"	1.1/8"	-	-			392	100	88.5	69	167	194	173	153	153	131	144	185	142	134	145	112										Cat. I	3500	1																
SC759S		1.1/8"	1.3/8"	-	35	394	106	90	78	3530	1																																								

NOTE

(1) Massima potenzialità frigorifera riferita ad una caduta di pressione totale di 0,07 bar, compresi i raccordi di entrata e di uscita (seconda norma ARI STANDARD 710 con una temperatura di condensazione di +30 °C ed una temperatura di evaporazione di -15 °C).

(2) La capacità disidratante si basa sui contenuti di umidità nel refrigerante, prima e dopo la disidratazione, fissati dalla norma ARI STANDARD 710 la quale assume le seguenti condizioni di riferimento:

Temperatura del liquido: +24 °C e +52 °C.

Punto di equilibrio dell'umidità residua (EPD) per R22: 60 ppm di H₂O.

Punto di equilibrio dell'umidità residua (EPD) per R134a, R404A, R407A, R410A, R507: 50 ppm di H₂O.

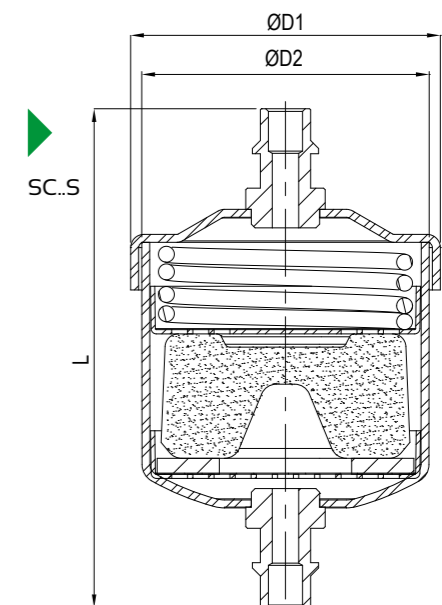
NOTES

(1) Maximum refrigerant flow capacities are referred to a total pressure drop of 0,07 bar, inlet and outlet connections included (according to ARI STANDARD 710 with condensing temperature at +30 °C and evaporating temperature at -15 °C).

(2) The dehydrating ability is based on the humidity content in the refrigerant, before and after drying, fixed in ARI STANDARD 710 that assumes the following reference conditions: Liquid temperature: +24 °C and +52 °C.

Equilibrium Point Dryness (EPD) for R22: 60 ppm of H₂O.

Equilibrium Point Dryness (EPD) for R134a, R404A, R407A, R410A, R507: 50 ppm of H₂O.



Anexo 16 – Termostato

Single stage controller for temperature ID 961



Description	Technical	Schema
Technical Data : Single stage controller for temperature - ID 961		
Technical Data		
Frontal protection	IP 65	
Container	plastic resin PC+ABS UL94V-0	
Dimensions	32x74 mm, depth 60 mm	
Mounting	panel mounting, cut out 29x71 mm (+0.2/-0.1mm)	
Usage temperature	-5...55°C	
Storage temperature	-30...85°C	
Usage environment humidity	10...90% RH	
Storage environment humidity	10...90% RH	
Serial	TTL port for Copy Card	
Display	3½ digits plus sign	
Precision	above 0.5% of bottom scale + 1 digit	
Consumption	3 VA	
Resolution	1°C or 0.1°C (selectable with a parameter).	
Power supply	230Vac, 12Vac/cc ± 15%, 50/60Hz	

DADOS TÉCNICOS (EN 60730-2-9)

Classificação:	dispositivo de operação (não segurança) para incorporação
Montagem:	montagem em painel com modelo perfurado de 71x29 mm (+0.2/-0.1 mm).
Tipo de ação:	1.B
Classe de poluição:	2
Classe de material:	IIIa
Categoria de sobretensão:	II
Voltagem de impulso nominal:	2500V
Temperatura:	Uso: -5 ... +55 °C - Armazenamento: -30 ... +85 °C
Fonte de alimentação:	12V~/-(±10%) 50/60 Hz ou 230V~ (±10%) 50/60 Hz
Consumo:	4,5W máx
Saídas digitais (relé):	consulte a etiqueta no dispositivo
Cat. de resistência contra incêndios:	D
Classe de software:	A

OBS.: verifique a fonte de alimentação especificada na etiqueta do instrumento; entre em contato com o nosso Departamento de Vendas para as classificações de fonte de energia e de relés.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Características de Entrada

Intervalo de exibição:	NTC: -50.0°C ... +110°C; PTC: -55.0°C ... +140°C; PT1000: -55.0°C ... +150°C (em exibição com 3 dígitos + sinal)
Exatidão:	NTC, PTC, PT1000 (-55,0°C...+70°C): Melhor que 0.5% de escala real +1 dígito. PT1000 (+70,0°C...+150°C): Melhor que 0.6% de escala real +1 dígito.
Resolução:	0,1 °C
Alerta Sonoro:	SIM (dependendo do modelo)
Entradas analógicas:	IDPlus 902/961: 1 NTC (padrão)/PTC/PT1000 (pode ser selecionada através do parâmetro H00) IDPlus 971/974: 2 NTC (padrão)/PTC/PT1000 (pode ser selecionada através do parâmetro H00)
Entradas digitais:	IDPlus 902/961: 1 entrada digital livre de voltage IDPlus 971/974: 2 entradas digitais livres de voltage
OBS.:	- D.I.1 também pode ser configurado como uma entrada de sonda (H11=0 e H43=y) - D.I.2, se ativado, deve ser conectado aos terminais 1-2 do TTL (IDPlus 971/974)

Características de Saída

Saídas digitais:	IDPlus 902: 1 Relé OUT1: N.O. 8(4)A - N.C. 6(3)A máx 250V~
	IDPlus 961: 1 Relé de compressor: UL60730 (A) 2Hp (12FLA - 72LRA) máx 240V~
	IDPlus 971: 1 Relé de degelo: N.O. 8(4)A - N.C. 6(3)A máx 250V~ 1 Relé de compressor: UL60730 (A) 2Hp (12FLA - 72LRA) máx 240V~
	IDPlus 974: 1 Relé de degelo: N.O. 8(4)A - N.C. 6(3)A máx 250V~ 1 Relé de compressor: UL60730 (A) 2Hp (12FLA - 72LRA) máx 240V~ 1 Relé de ventiladores: 5(2)A máx 250V~

Características Mecânicas

Revestimento:	Revestimento de resina de PC+ABS UL94 V-0, janela de policarbonato, teclas de resina termoplástica
Dimensões:	painel dianteiro 74x32 mm, profundidade 59 mm (sem terminais)
Terminais:	terminais com parafuso/desconectáveis para cabos com um diâmetro de 2,5mm ²
Conectores:	TTL para conexão do CopyCard + E.D.2 (apenas para modelos IDPlus 971/974)
Umidade:	Uso / Armazenamento: 10...90% RH (sem condensação)

Normas

Compatibilidade eletromagnética:	O dispositivo está em conformidade com a Diretiva 2004/108/EC
Segurança:	O dispositivo está em conformidade com a Diretiva 2006/95/EC
Segurança Alimentícia:	O dispositivo está em conformidade com a norma EN13485, da seguinte maneira: - adequado para armazenamento - aplicação: ar - faixa climática A - classe de medição 1 na faixa entre -25°C e 15°C (*)

(* utilizando exclusivamente sondas Eliwell)

NOTA: As especificações técnicas fornecidas neste documento relacionadas a medida (faixa, exatidão, resolução, etc.) referem-se ao instrumento e não a quaisquer acessórios fornecidos, como sondas. Isto significa, por exemplo, que o erro introduzido pela sonda deve ser incluído como erro normal do instrumento.

DESCRIÇÃO DA FAMÍLIA IDPLUS 902/961

Os dispositivos IDPlus 902/961 são controladores com 1 saída de relé, 1 sensor de regulação de temperatura e 1 entrada multifuncional Digital/Temperatura.

Controle de temperatura e acionamento/interrupção do compressor, mais degelo natural na interrupção do compressor.

Função de aquecimento: o controlador também pode ser utilizado como um termostato simples LIGA/DESLIGA para aplicações de aquecimento.

A Entrada Digital (D.I.) pode ser utilizada para:

- Economia de energia
- Ativação de degelo
- Comutador de porta
- Modo de espera
- alarme externo
- Refrigeração Intensa
- comutador de pressão
- alarmes de HACCP

Anexo 17 – Pressostato

O16

Single pressure controllers



Applications

O16 instruments are single mechanical pressure switches for high and low pressure, equipped with a single pole switch SPDT that closes and opens as the pressure increases or decreases.

Common features

SPDT single pole switch electrical rating:

O16 pressure

16 (16) A 250V~ normally open or normally closed
1 (1) A 250V~ opposite side.

Ambient operating / storage temperature:

-30°C...+55°C / -40°C...+65°C

Connection to pressure line:

7/16 - 20 UNF straight male output connector,
1/4 flared female connector

Cable entry:

14mm insulating bushing

Refrigerant:

Equipment suitable for use with the most common gases

Installation:

two threaded holes in the back of the casing to accept M4x6mm screws (supplied)

Regulation:

by means of crosshead recessed hex nut for both the set and the differential.
An adjustable knob is also available, as standard with certain models.

Terminals:

1 common; 2 opens when the pressure increases; 4 closes when the pressure increases.

Casing enclosure rating:

IP44 (with top cover installed)

Operating and safety pressures

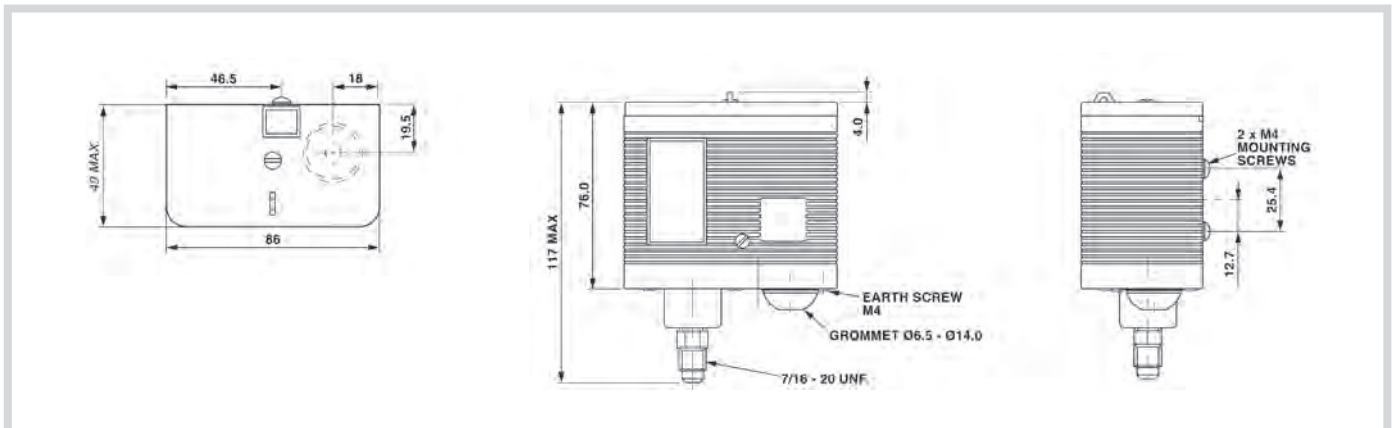
Bellows type	Maximum stationary pressure (bar)	Burst Pressure (bar)
Low Pressure	20	80
High Pressure	35	128
TÜV	35	80 (safety)

Part number	High or Low	Reset	Measurement range PSI (bar)	Differential PSI (bar)	Type of bellows	Connection
O16-H6703	low	automatic	10"...100 (-0.3...7)	9...58 (0.6...4)	standard	7/16" - 20 UNF male
O16-H6704	low	automatic	10"...100 (-0.3...7)	9...58 (0.6...4)	standard	braze welded tube diam. 6 mm L.100 mm
O16-H6713	low	automatic	10"...100 (-0.3...7)	9...58 (0.6...4)	standard	1000 mm capillary with 1/4" SAE nut
O16-H6705	low	manual	10"...100 (-0.3...7)	9 (0.6)	standard	7/16" - 20 UNF male
O16-H6750	high	automatic	100...435 (7...30)	35...115 (2...8)	standard	7/16" - 20 UNF male
O16-H6763	high	automatic	100...435 (7...30)	35...115 (2...8)	TÜV	braze welded tube diam. 6 mm L.100 mm
O16-H6751	high	manual	100...435 (7...30)	45 (3.2)	standard	7/16" - 20 UNF male
O16-H6758	high	automatic	100...435 (7...30)	42...115 (3...8)	TÜV	7/16" - 20 UNF male
O16-H6759	high	manual*	100...435 (7...30)	45 (3.2)	TÜV	7/16" - 20 UNF male
O16-H6764	high	manual	100...435 (7...30)	45 (3.2)	TÜV	braze welded tube diam. 6 mm L.100 mm
O16-H6760	high	manual**	100...435 (7...30)	45 (3.2)	TÜV	7/16" - 20 UNF male
O16-H6765	high	manual	100...435 (7...30)	45 (3.2)	TÜV	braze welded tube diam. 6 mm L.100 mm

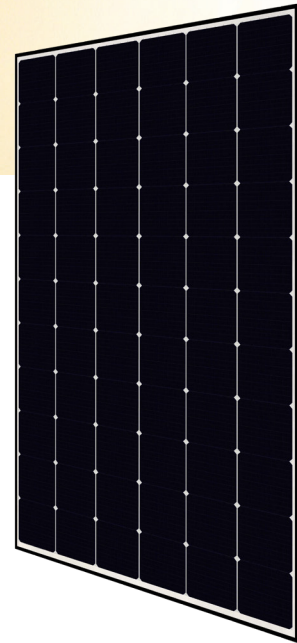
* reset without removing cover

** reset with removal of cover

Dimensions






Anexo 18 – Painei Fotovoltaico






HIGH DENSITY MONO PERC MODULE

MORE POWER

-  Maximize the light absorption area, module efficiency up to 20.16 %
-  Low NMOT: 42 ± 3 °C
Low temperature coefficient (Pmax): -0.37 % / °C
-  Better shading tolerance

MORE RELIABLE

-  Lower internal current, lower hot spot temperature
-  Cell crack risk limited in small region, enhance the module reliability
-  Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa



linear power output warranty



product warranty on materials and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / CEC AU
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US) / FSEC (US Florida)
UL 1703: CSA / IEC61701 ED2: VDE / IEC62716: VDE
Take-e-way



* We can provide this product with special BOM specifically certified with salt mist, and ammonia tests. Please talk to our local technical sales representatives to get your customized solutions.

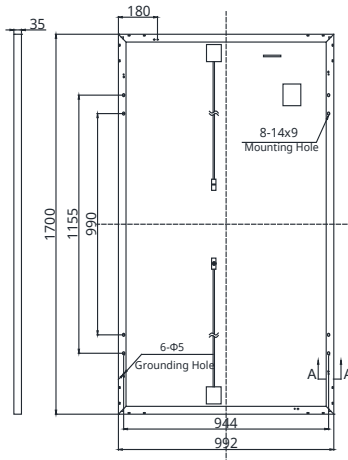
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 30 GW deployed around the world since 2001.

CANADIAN SOLAR INC.

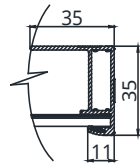
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)

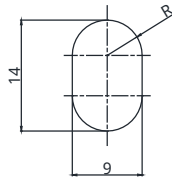
Rear View



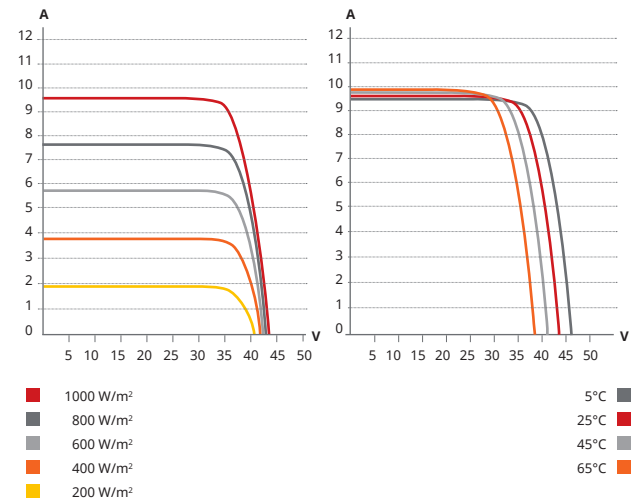
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS1H-330MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS1H	325MS	330MS	335MS	340MS
Nominal Max. Power (Pmax)	325 W	330 W	335 W	340 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	35.8 V	36.0 V	36.2 V	36.4 V
Opt. Operating Current (Imp)	9.09 A	9.18 A	9.27 A	9.35 A
Open Circuit Voltage (Voc)	43.4 V	43.5 V	43.6 V	43.7 V
Short Circuit Current (Isc)	9.58 A	9.65 A	9.73 A	9.81 A
Module Efficiency	19.27%	19.57%	19.86%	20.16%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500V (IEC) or 1000V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	20 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Dimensions	1700 × 992 × 35 mm (66.9 × 39.1 × 1.38 in)
Weight	19.2 kg (42.3 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	1350 mm (53.1 in)
Connector	T4 series
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	780 pieces

ELECTRICAL DATA | NMOT*

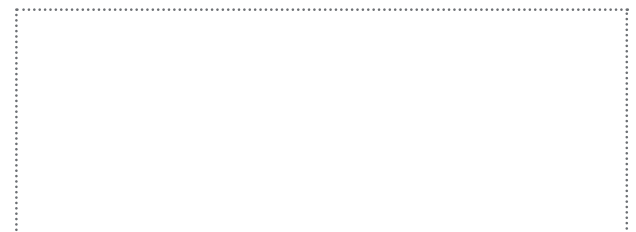
CS1H	325MS	330MS	335MS	340MS
Nominal Max. Power (Pmax)	242 W	246 W	250 W	254 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.7 V	32.8 V	33.0 V	33.2 V
Opt. Operating Current (Imp)	7.42 A	7.50 A	7.57 A	7.64 A
Open Circuit Voltage (Voc)	40.8 V	40.9 V	41.0 V	41.1 V
Short Circuit Current (Isc)	7.73 A	7.78 A	7.84 A	7.91 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.37 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42±3 °C

PARTNER SECTION



The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

Anexo 19 – Inversor

3~6KW HYBRID INVERTER

HYD (3000/3600/4000/5000/6000) -ES



High-yield

- Real time precise MPPT algorithm for max power generation
- Wide input voltage operation range
- Independent dual MPPT tracking, flexible solar roof system design

Reliable and Safe

- High efficiency low energy loss, Low maintenance
- High frequency isolation between battery & PV/grid
- Advanced battery management technology to protect the battery life.

Easier Operation

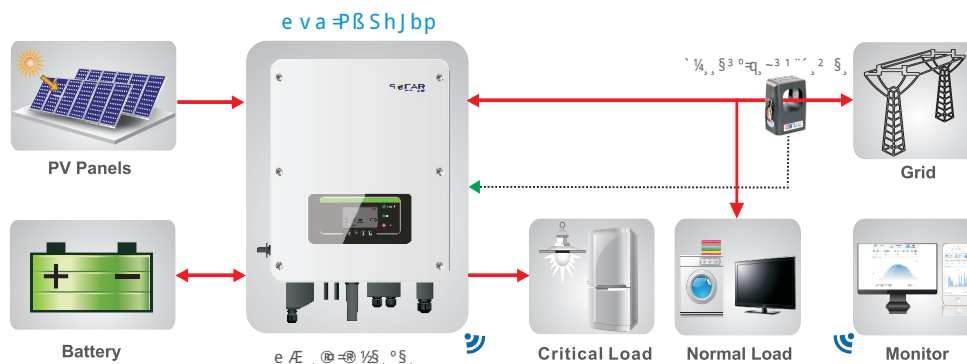
- Free site selection due to IP65
- 4" LCD=clear, easy-to-read display
- Easy monitoring on phone (APP) & PC (web)

Multiple working modes

- PV & storage all in one, increases self consumption to 80%+, decreases reliance on the electrical grid, decreases the electricity bill.
- Stand alone mode (like UPS) available, ensures safe operation of critical loads
- Multiple operation modes selection: auto mode, time-of-use mode, timing mode, passive mode etc.

Intelligent grid management

- Reactive power capability
- Limits AC output when grid frequency is too high or to low
- Limits AC output when grid voltage is too high
- Built in zero export function (optional)



HYBRID INVERTER



HYD 3000-ES / HYD 3600-ES / HYD 4000-ES / HYD 5000-ES / HYD 6000-ES

Datasheet

HYD 3000-ES

HYD 3600-ES

HYD 4000-ES

HYD 5000-ES

HYD 6000-ES

Battery Parameters

Battery Type	Lithium-ion,Lead-acid				
Nominal battery Voltage	48V				
Battery voltage range	42-58V				
Battery Capacity	50-2000AH				
Maximum Charging /Discharging Power	3000W				
Maximum Charging Current	60A (programmable)				
Maximum Discharging Current	60A (programmable)				
Charging curve(Lithium-ion)	BMS				
Charging curve(Lead-acid)	3-stage adaptive with maintenance				
Depth of discharge	Lithium-ion:0-90% DOD adjustable Lead-acid:0-50% DOD adjustable				

Input DC(PV side)

The max input power	3500W	4000W	4400W	5500W	6600W
Max DC power for single MPPT	2000W(160V-520V)	2400W(180V-520V)	2600W(200V-520V)	3000W(250V-520V)	3500W(300V-520V)
The max DC input voltage	600V				
Start-up DC voltage	120V				
Nominal DC Voltage	360V				
MPPT operating voltage range	90-580V				
Full load DC voltage range	160V-520V	180V-520V	200V-520V	250V-520V	300V-520V
MPPT number	2				
The max DC input current	12A/12A				
The max DC input short current	15A/15A				

Output AC(Grid side)

Rated Power	3000W	3680W	4000W	5000W	6000W
Max. Output Power	3000VA	3680VA	4000VA	5000VA	6000VA
Nominal Grid Voltage	L/N/PE,220,230,240				
Operation phase	Single(L-N-PE)				
Max. Input/Output current	13.7A	16A	18.2A	22.8A	27.3A
AC voltage Range	180V~276V(According to local standard)				
Grid Frequency range	44-55Hz/54-66Hz(According to local standard)				
THD	□ 3%				
Power factor	1 default (+/-0.8 adjustable)				

Output AC(Emergency Power Supply)

EPS rated power	3000VA				
Operation phase	Single(L-N-PE)				
EPS rated voltage Frequency	230V,50/60Hz				
EPS rated current	13A				
Peak Output Apparent Power	4000VA , 10s				
THD	□ 3%				
Switch time	5S default (1-60S adjustable)				

Efficiency

MPPT efficiency	99.9%				
Max efficiency of solar Inverter	97.6%	97.6%	97.6%	97.8%	98.0%
European efficiency of solar Inverter	97.2%	97.2%	97.2%	97.3%	97.5%
Max. Charging efficiency of battery	94.6%				
Max. DisCharging efficiency of battery	94.6%				

Protection

PV reverse polarity protection	Yes				
PV insulation detection	Yes				
Ground fault monitoring	Yes				
Over current protection	Yes				
Over voltage protection	Yes				
Battery soft start protection	Yes				

General Data

Ambient temperature range	JPM模塊HSM模塊 18-40°C				
Standby Losses	□ 5W				
Topology	High frequency insulation(for bat)				
DC-Switch	Yes				
Degree Of Protection	IP65				
Allowable Relative Humidity Range	0-100%, No Condensing				
Certification	NB/T32004-2013,AS4777,IEC62116,VDE0126-1G83/2,G59/3,EN50438,VDE-AR-N4105				
Communication	RS485,Wi-Fi/GPRS,SD,CAN2.0				
Protective class	Class I				
Max. Operating Altitude	2000m				
Current Sensor Connection	External				
Noise	□ 25dB				
Weight	20.5kg				
Cooling	Natural				
Dimension (W*H*D)	566*394*173				
Display	LCD display				
Warranty	5=Years or more				



AS4777 G83/2 G59/3

CQC, IEC, VDE-AR-N4105 / VDE-0126, EMC, C10/11, EN50438, RD1669, CEI 0-21

Anexo 20 – Baterias

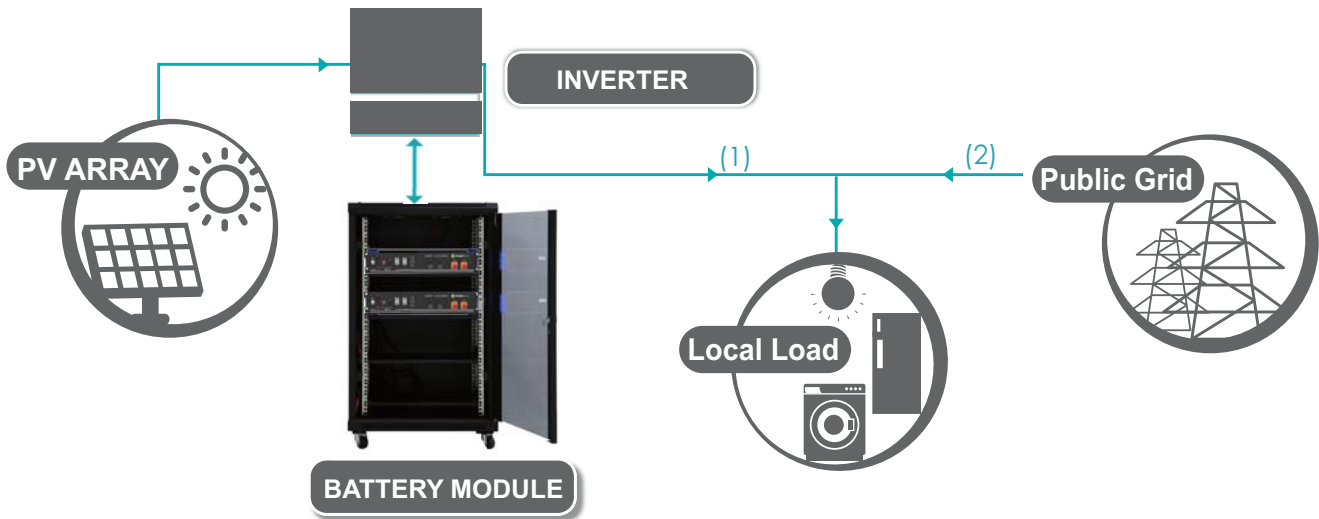


**LOW VOLTAGE ENERGY STORAGE SYSTEM
-FOR RESIDENTIAL AND SME**



PYLONTECH

Solution of ESS



Key Features of ESS

- Developed with our own LFP (lithium iron phosphate) cell to ensure the highest safety and most promising cycle life
- Self-designed BMS protects the cell in all angles such as abnormal temperature, current, voltage, SoC, SoH
- Maintenance free and easy installation saves the valuable main power

Vertical industry integration chain



Advantages

Vertical industry integration ensures more than 6000 cycles with 90% DoD

Compact and fashionable design fits in your sweet home environment

Modular design gives the end customers the power of choice of capacity

Compatible with most of the available Hybrid inverters

Simple buckle fixing minimize the installation time and cost

Safety Cert.TÜV CE UN38.3



UN38.3

Specification

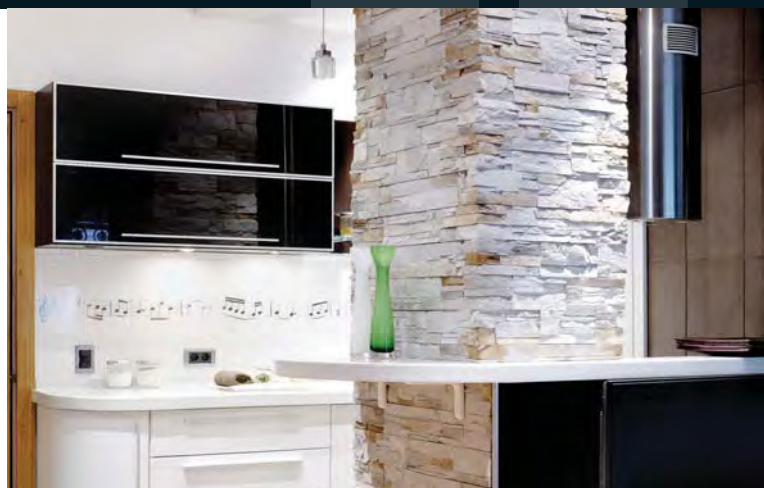


Basic Parameters	US2000	Phantom-S	US3000
Nominal Voltage (V)	48	48	48
Nominal Capacity (Wh)	2400	2400	3552
Usable Capacity (Wh)	2200	2200	3200
Dimension (mm)	442*410*89	440*440*88.5	442*420*132
Weight (Kg)	24	24	32
Discharge Voltage (V)	45 ~ 53.5	45 ~ 53.5	45~53.5
Charge Voltage (V)	52.5 ~ 53.5	52.5~53.5	52.5~53.5
Charge / Discharge Current (A)	25 (Recommended)	25 (Recommended)	37 (Recommended)
	50 (Max)	50 (Max)	74 (Max)
	100 (Peak@15s)	100 (Peak@15s)	100 (Peak@15s)
Communication Port	RS485, CAN	RS485, CAN	RS485, CAN
Single string quantity(pcs)	8	8	8
Working Temperature/°C	0~50	0~50	0~50
Shelf Temperature/°C	-20~60	-20~60	-20~60
Humidity	5%~85%	5%~85%	5%~85%
Altitude (m)	<2000	<2000	<2000
Design life	10+ Years (25°C/77°F)	10+ Years (25°C/77°F)	10+ Years (25°C/77°F)
Cycle Life	>6000, 25°C	>6000, 25°C	>6000, 25°C
Authentication Level	UL/TÜV/CE /UN38.3	TÜV/CE /UN38.3	TÜV/CE /UN38.3

Anexo 21 – Cabos eléctricos

Cabos 300/500V

H05VV-F



Descrição

Estes cabos são indicados para instalações móveis no interior e para eletrodomésticos com força mecânica média, sendo a sua principal utilização as aplicações domésticas.



Aplicações

De acordo com o REBT 2002, para as seguintes instalações:

- ITC-BT 20 Instalações interiores ou recetoras
- ITC-BT 27 Instalações interiores em casas de habitação.
Locais que tenham uma banheira ou um duche
- ITC-BT 30 Instalações em locais de características especiais
- ITC-BT 33 Instalações com fins especiais: instalações de obra provisórias e temporárias
- ITC-BT 34 Instalações com fins especiais: feiras e stands
- ITC-BT 43 Instalações de recetores
- ITC-BT 49 Instalações elétricas em móveis

Características técnicas

1. Condutor	Cobre eletrolítico flexível (Classe V) de acordo com UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
2. Isolamento	PVC tipo TI-2 de acordo com UNE 21031-5, HD 21.5S3 e IEC 60227
3. Revestimento	PVC tipo TM-2 de acordo com UNE 21031-5, HD 21.5S3 e IEC 60227
Tensão nominal	300/500V
Tensão de ensaio	2.000V em C.A.
Temperatura máxima	70 °C
Outras características	
<ul style="list-style-type: none"> · Cores de acordo com UNE 21089 e HD 308S2 · Não propaga as chamas de acordo com UNE-EN 60332-1, EN 60332 e IEC 60332 · PVC de reduzida emissão de ácido clorídrico (HCL) 	

Dimensões

Secção (mm ²)	Resistência a 20 °C (Ω/km)	Diâmetro Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)
2x0,75	26,00	5,85	47
2x1	19,50	6,05	54
2x1,5	13,30	7,10	73
2x2,5	7,98	9,05	123
2x4	4,95	10,20	165
2x6	3,30	11,50	202
3x0,75	26,00	6,35	59
3x1	19,50	6,50	65
3x1,5	13,30	7,60	92
3x2,5	7,98	9,00	143
3x4	4,95	10,65	198
3x6	3,30	12,70	288
4x0,75	26,00	6,90	70
4x1	19,50	7,85	92
4x1,5	13,30	8,80	120
4x2,5	7,98	10,80	186
4x4	4,95	12,50	263
4x6	3,30	13,60	359
5x0,75	26,00	7,80	88
5x1	19,50	8,40	108
5x1,5	13,30	10,00	153
5x2,5	7,98	12,00	230
5x4	4,95	13,80	328
5x6	3,30	15,35	442
6x0,5	39,00	9,00	81
6x0,75	26,00	8,80	113
6x1	19,50	9,05	122
7x0,5	39,00	9,00	85
7x0,75	26,00	8,80	123

Dimensões

Secção (mm ²)	Resistência a 20 °C (Ω/km)	Diâmetro Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)
7x1	19,50	9,70	135
7x1,5	13,30	11,05	199
8x0,5	39,00	9,20	111
8x0,75	26,00	9,50	138
8x1	19,50	10,05	159
8x1,5	13,30	11,05	249
10x0,5	39,00	10,25	130
10x0,75	26,00	10,15	164
10x1	19,50	11,85	211
12x0,5	39,00	10,45	150
12x0,75	26,00	10,85	189
12x1	19,50	12,30	233
14x0,75	26,00	11,55	215
14x1	19,50	13,40	273
16x0,5	39,00	10,45	170
16x0,75	26,00	12,45	246
16x1	19,50	14,60	305
19x0,5	39,00	12,75	237
19x0,75	26,00	13,10	283
19x1	19,50	14,40	357
24x0,5	39,00	15,80	257
24x0,75	26,00	14,50	346
24x1	19,50	17,20	453
25x1	19,50	17,20	461
30x0,5	39,00	16,30	382
30x0,75	26,00	16,30	434
30x1	19,50	18,65	552
37x0,75	26,00	17,70	520
37x1	19,50	20,70	713

Anexo 22 – Disjuntores

Disjuntores Modulares K32a e K32f

Proteção de circuitos elétricos de 6 a 63A

Utilizados para comando e proteção de circuitos contra sobrecargas e curtos-circuitos.

- Corrente nominal: 6 a 63A.
- 1, 2 e 3 pólos (monopolar, bipolar e tripolar).
- Tensão nominal U_e : 415V~.
- Tensão de isolamento nominal U_i : 415V~.
- Tensão de impulso suportável U_{imp} : 4kV.
- Frequência: 50/60 Hz.
- **Curva de disparo magnético B:** atua entre 3 a 5 x I_n (corrente nominal), para circuitos resistivos (chuveiros, lâmpadas incandescentes, etc).
- **Curva de disparo magnético C:** atua entre 5 a 10 x I_n (corrente nominal), para circuitos de iluminação fluorescente, tomadas e aplicações em geral.
- Acessórios: pente de conexão e dispositivo de travamento.

• K32a - capacidade de interrupção:

Corrente nominal (A)	Nº de pólos	Tensão da rede (V)	Capacidade de interrupção (A)	
			ABNT NBR NM 60898 I_{cn}	ABNT NBR IEC 60947-2 I_{cu}
6 a 63	1P	110 / 127	5.000	6.000
	1P	220 / 230	3.000	4.500
	2P - 3P	220 / 230	5.000	6.000
	2P - 3P	415	3.000	4.500

• K32f - capacidade de interrupção:

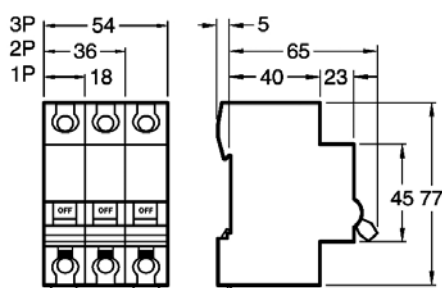
Corrente nominal (A)	Nº de pólos	Tensão da rede (V)	Capacidade de interrupção (A)	
			ABNT NBR NM 60898 I_{cn}	ABNT NBR IEC 60947-2 I_{cu}
6 a 63	1P	110 / 127	6.000	10.000
	1P	220 / 230	4.500	5.000
	2P - 3P	220 / 230	6.000	10.000
	2P - 3P	415	4.500	5.000






Disjuntores Modulares K32a e K32f



Dimensões (mm)



Códigos

Número de Pólos	Corrente nominal (A)	K32a		K32f	
		Curva B	Curva C	Curva B	Curva C
1P (monopolar) 	6	K32a1B6	K32a1C6	K32F1B6	K32F1C6
	10	K32a1B10	K32a1C10	K32F1B10	K32F1C10
	16	K32a1B16	K32a1C16	K32F1B16	K32F1C16
	20	K32a1B20	K32a1C20	K32F1B20	K32F1C20
	25	K32a1B25	K32a1C25	K32F1B25	K32F1C25
	32	K32a1B32	K32a1C32	K32F1B32	K32F1C32
	40	K32a1B40	K32a1C40	K32F1B40	K32F1C40
	50	K32a1B50	K32a1C50	-	K32F1C50
2P (bipolar) 	63	K32a1B63	K32a1C63	-	K32F1C63
	6	K32a2B6	K32a2C6	K32F2B6	K32F2C6
	10	K32a2B10	K32a2C10	K32F2B10	K32F2C10
	16	K32a2B16	K32a2C16	K32F2B16	K32F2C16
	20	K32a2B20	K32a2C20	K32F2B20	K32F2C20
	25	K32a2B25	K32a2C25	K32F2B25	K32F2C25
	32	K32a2B32	K32a2C32	K32F2B32	K32F2C32
40	K32a2B40	K32a2C40	K32F2B40	K32F2C40	
3P (tripolar) 	50	K32a2B50	K32a2C50	K32F2B50	K32F2C50
	63	K32a2B63	K32a2C63	K32F2B63	K32F2C63
	6	K32a3B6	K32a3C6	-	K32F3C6
	10	K32a3B10	K32a3C10	K32F3B10	K32F3C10
	16	K32a3B16	K32a3C16	K32F3B16	K32F3C16
	20	K32a3B20	K32a3C20	K32F3B20	K32F3C20
	25	K32a3B25	K32a3C25	K32F3B25	K32F3C25
	32	K32a3B32	K32a3C32	K32F3B32	K32F3C32
	40	K32a3B40	K32a3C40	K32F3B40	K32F3C40
	50	K32a3B50	K32a3C50	K32F3B50	K32F3C50
	63	K32a3B63	K32a3C63	K32F3B63	K32F3C63

Disjuntores Modulares C120N

O C120N é um disjuntor modular utilizado para comando e proteção dos circuitos contra sobrecargas e curtos-circuitos.

- Corrente nominal: 80 a 125A.
- 1, 2 e 3 pólos (monopolar, bipolar e tripolar).
- Tensão nominal U_e : 440V~.
- Tensão de isolamento nominal U_i : 500V~.
- Tensão de impulso suportável U_{imp} : 6 kV.
- Frequência: 50/60 Hz.
- **Curva de disparo magnético C:**
atua entre 5 a 10 x I_n (corrente nominal), para circuitos de iluminação fluorescente, tomadas e aplicações em geral.
- O disjuntor C120N é altamente limitador, classe 3, conforme anexo ZA da ABNT NBR NM 60898. A limitação é uma técnica que permite ao disjuntor reduzir fortemente a corrente de curto-circuito, limitando a energia que o disjuntor deixa passar para o cabo.

- Capacidade de interrupção, conforme a norma ABNT NBR NM 60898:

Corrente nominal (A)	Nº de pólos	Tensão (V)	Capacidade de interrupção I_{cn} (A)
80 a 125	1P	110 / 127	10.000
	1P	220 / 230	10.000
	2P - 3P	220 / 230	10.000
	2P - 3P	415	10.000

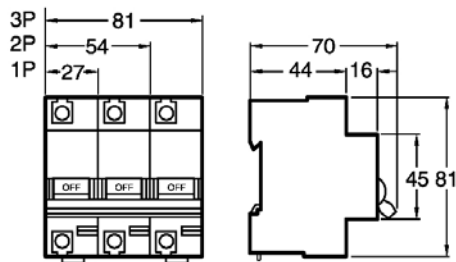


Multi9

Códigos, descrição e dimensões

Disjuntores Modulares C120N

Dimensões (mm)



- Capacidade de interrupção, conforme a norma ABNT NBR IEC 60947-2:

Corrente nominal (A)	Nº de pólos	Tensão (V)	Capacidade de interrupção Icu (A)
80 a 125	1P	130	20.000
	1P	230	10.000
	2P - 3P	230	20.000
	2P - 3P	400	10.000
	2P - 3P	440	6.000

Códigos

Corrente nominal (A)	Número de Pólos		
	1P (monopolar)	2P (bipolar)	3P (tripolar)
80	18357	18361	18365
100	18358	18362	18367
125	18359	18363	18369

Anexo 23 – Quadro Eléctrico

Cálculo de correntes eléctricas, (Henriques & Rodrigues, 2017).

Temperatura ambiente	20	°C
Aumento estimado	25	%
Queda tensão máxima	2	%

QUADRO ELETRICO

ref	U	nº	watt/A	rend	cos(phi)	P(kw)	i(A)	kn	ks	R	S	T
Iluminação	230	6	12,5	1	1	75	0,33	1	1			0,33
Ar condicionado	230	1	489	0,92	0,82	489	2,82	1	1	2,82		
Grupo condensador 1	230	1	244,5	0,92	0,73	244,5	1,59	0,73	1		1,16	
Grupo condensador 2	230	1	244,5	0,92	0,73	244,5	1,59	0,73	1		1,16	
Grupo condensador 3	230	1	244,5	0,92	0,73	244,5	1,59	0,73	1		1,16	
Grupo condensador 4	230	1	244,5	0,92	0,73	244,5	1,59	0,73	1	1,16		
Ventiladores	230	48	15	0,92	0,466	720	7,30	0,47	1			3,43
Termostatos	230	4	4,5	0,92	0,85	18	0,10	1	1		0,10	
										3,98	3,58	3,76

Anexo 24 – Grupo Gerador



1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS



Monofásico



Gasolina



Grupel

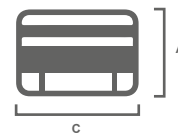
Hz 50Hz

rpm 3000rpm

Potência em Contínuo (PRP) (kW)	2,3
Potência em Emergência (STP) (kW)	2,8
Potência de Arranque (kW)	3,1
Voltagem AC (V)	230
Regulador Automático de Tensão (AVR)	Sim
Capacidade do Depósito de Combustível (L/gal)	15/(3.96)
Tipo de Motor	Refrigeração a ar em 4 tempos
Sistema de Arranque	Arranque manual
Nível de Ruído [dBA/7m]	≤ 72

DIMENSÕES

(C) Comprimento (mm)	610
(L) Largura (mm)	450
(A) Altura (mm)	460
Peso em vazio [kg(lbs)]	44



EXTRAS

Tomadas	2 schuko monofásicos 16 A	Rodas e Pegas	Não
Disjuntor	2 Pólos	Bateria	Não
Diferencial	10A / 30 mA		

Painel Frontal



* Utilização recomendada: Funcionamento contínuo no máximo de 2 horas

Anexo 25 – Análise Financeira

Opções de utilização estudadas

REFRIGERADOS				NORMAIS			
nº meses utilização	5	30	192	nº meses utilização	12	30	17x5
nº dias/ mês			2x 12x8	nº dias/ mês			
nº cacifos				nº cacifos			
Valor	cacifos usados	utilizações/dia	total €	Valor	cacifos usados	utilizações/dia	total €
		1	57 600,00 €			1	12 240,00 €
	40%	2	115 200,00 €		20%	2	24 480,00 €
		3	172 800,00 €			3	36 720,00 €
		1	86 400,00 €			1	24 480,00 €
	60%	2	172 800,00 €		40%	2	48 960,00 €
		3	259 200,00 €			3	73 440,00 €
5,00 €		1	108 000,00 €			1	36 720,00 €
	75%	2	216 000,00 €		60%	2	73 440,00 €
		3	324 000,00 €			3	110 160,00 €
		1	136 800,00 €			1	55 080,00 €
	95%	2	273 600,00 €		90%	2	110 160,00 €
		3	410 400,00 €			3	165 240,00 €

Opção considerada

Tipo de Cacifo	Valor	nº cacifos	Utilizações			Total
			[%]	[Dia]	[Nº meses]	
Refrigerado	5	192	40	1	5	57 600,00 €
Normal	2	85	40	1	5	10 200,00 €
Normal	2	85	20	1	7	7 140,00 €
RECEITA ANUAL						74 940,00 €

Projecto

#	Designação	Valor	Observações
1	Refrigeração	5 373,01 €	
2	Sistema Fotovoltaico	10 944,00 €	
3	Circuito Eléctrico	401,94 €	
4	Infra-estruturas	3 814,90 €	
6	Instalação CoolSpot	750,00 €	Mobilização de técnicos para instalação da CoolSpot no local
CAPITAL INICIAL		21 283,85 €	
#	Designação	Valor	Observações
1	Concessão - exploração	2 000,00 €	Valor anual durante 10 anos
2	Manutenção Fotovoltaica	100,00 €	Incluído na oferta do equipamento
3	Manutenção Refrigeração	100,00 €	Valor estimado para manutenção
4	Limpeza Espaço	1 040,00 €	5€/h, 4h/dia, 1 vez por semana
CAPITAL MANUTENÇÃO		3 240,00 €	

Dados de Análise Económica

Valor Residual (Vr)	-21 283,85 €	
Receitas (R)	74 940,00 €	(ver Estimativa Orçamental)
Despesas (D)	-38 880,00 €	
taxa juro (i)	8,512%	(valor obtido no Banco)

Tabela Cash-Flow

Tempo(n)	0	1	2	3	4
Gastos	-21 283,85 €	-38 880,00 €	-38 880,00 €	-38 880,00 €	-38 880,00 €
Receitas	0 €	74 940,00 €	74 940,00 €	74 940,00 €	74 940,00 €
Cash-Flow Líquido	-21 283,85 €	36 060,00 €	36 060,00 €	36 060,00 €	36 060,00 €
Cash-Flow líquido acumulado	-21 283,85 €	14 776,15 €	50 836,15 €	86 896,15 €	122 956,15 €

Tempo(n)	5	6	7	8	9	10
Gastos	-38 880,00 €	-38 880,00 €	-38 880,00 €	-38 880,00 €	-38 880,00 €	-38 880,00 €
Receitas	74 940,00 €	74 940,00 €	74 940,00 €	74 940,00 €	74 940,00 €	74 940,00 €
Cash-Flow Líquido	36 060,00 €	36 060,00 €	36 060,00 €	36 060,00 €	36 060,00 €	36 060,00 €
Cash-Flow líquido acumulado	159 016,15 €	195 076,15 €	231 136,15 €	267 196,15 €	303 256,15 €	339 316,15 €

Resultados obtidos

PRC	1,44	(Período Recuperação Capital)
PRC	18,00	(Meses)
VAL (8,512 %)	198 315,47 €	(Valor Actual Líquido)
TIR	169,42 %	(Taxa Interna de Rendibilidade)
VAE	30240,52 €	(Valor Anual Equivalente)
IR	1,79 %	(Índice de Rendibilidade)

Estimativa Orçamental

Neste capítulo está inserida a lista de materiais e o seu respectivo preço.

COOLSPOT – ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

ARTº	DESIGNAÇÃO	UN	QUANT.	PREÇO UNIT.	TOTAL PARCIAL
	Considera-se incluído em todos os itens fornecimento, instalação, ligações e todos os trabalhos e acessórios complementares, para o correcto funcionamento e de acordo com CE e/ou peças de projecto (quando aplicável).				
1	CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO				
1.1	Grupo Condensador	un	4	141,11 €	564,42 €
1.2	Evaporador	un	4	189,00 €	756,00 €
1.3	Ventilador QL	un	48	21,93 €	1 052,40 €
1.4	Tubo Capilar	m	6	21,47 €	128,84 €
1.5	Cobre 3/8	m	30,5	1,83 €	55,72 €
1.6	Isolamento	un	30	0,88 €	26,52 €
1.7	Visor 3/8	un	4	8,77 €	35,06 €
1.8	Filtro 3/8	un	4	5,76 €	23,04 €
1.9	Termostato	un	4	26,00 €	104,00 €
1.10	Pressostato	un	4	17,07 €	68,26 €
1.11	Apoio Pressostato	un	4	2,52 €	10,08 €
1.12	Cortina lamela transparente [2000x800] 2mm	un	1	108,00 €	108,00 €
2	CIRCUITO FOTOVOLTAICO				
2.1	Sistema Completo	un	1	10 944,00 €	10 944,00 €
	Modulo				
	Bateria				
	Inversor				
3	CIRCUITO ELÉCTRICO				
3.1	Iluminação LED	un	6	14,69 €	88,14 €
3.2	Cabo Eléctrico 3G1,5	un	30	0,66 €	19,79 €
3.3	Cabo Eléctrico 3G2,5	un	230	0,97 €	223,61 €
3.4	Cabo Eléctrico 2G1,0	un	20	0,53 €	10,60 €

3.5	Dinjuntor 16A	un	7	2,09 €	14,63 €
3.6	Disjuntor Geral 10A	un	1	2,09 €	2,09 €
3.7	Dinjuntor 6A	un	1	2,09 €	2,09 €
3.8	Quadro eléctrico	un	1	41,00 €	41,00 €
4	ESTRUTURA				
4.1	Armário Cacifos Refrigerados (isol. 10mm)	un	2	1 000,00 €	2 000,00 €
4.2	Armário Cacifos Normais	un	1	800,00 €	800,00 €
4.3	Contentor marítimo novo	vg	1	1 800,00 €	1 800,00 €
4.4	Tinta Zinco 400 mL	un	4	54,00 €	216,00 €
4.5	Painel Poliuretano GI - 100	m2	35	66,57 €	2 296,67 €
4	DIVERSOS				
4.1	Instalação e trabalhos acessórios de construção civil, testes e matrizes com respetiva programação.	vg	1		
4.2	Ensaio gerais necessários à correta verificação dos sistemas e correções necessárias	vg	1		
TOTAL					21 390,95 €

Lista de Desenhos

- FIG.1 – Desenho da planta e cortes
- FIG.2 – Desenho Armário Detalhado
- FIG.3 – Desenho Exterior 1
- FIG.4 – Desenho Exterior 2
- FIG.5 – Desenho Interior
- FIG.6 – Desenho Corte Detalhado

FIG.1

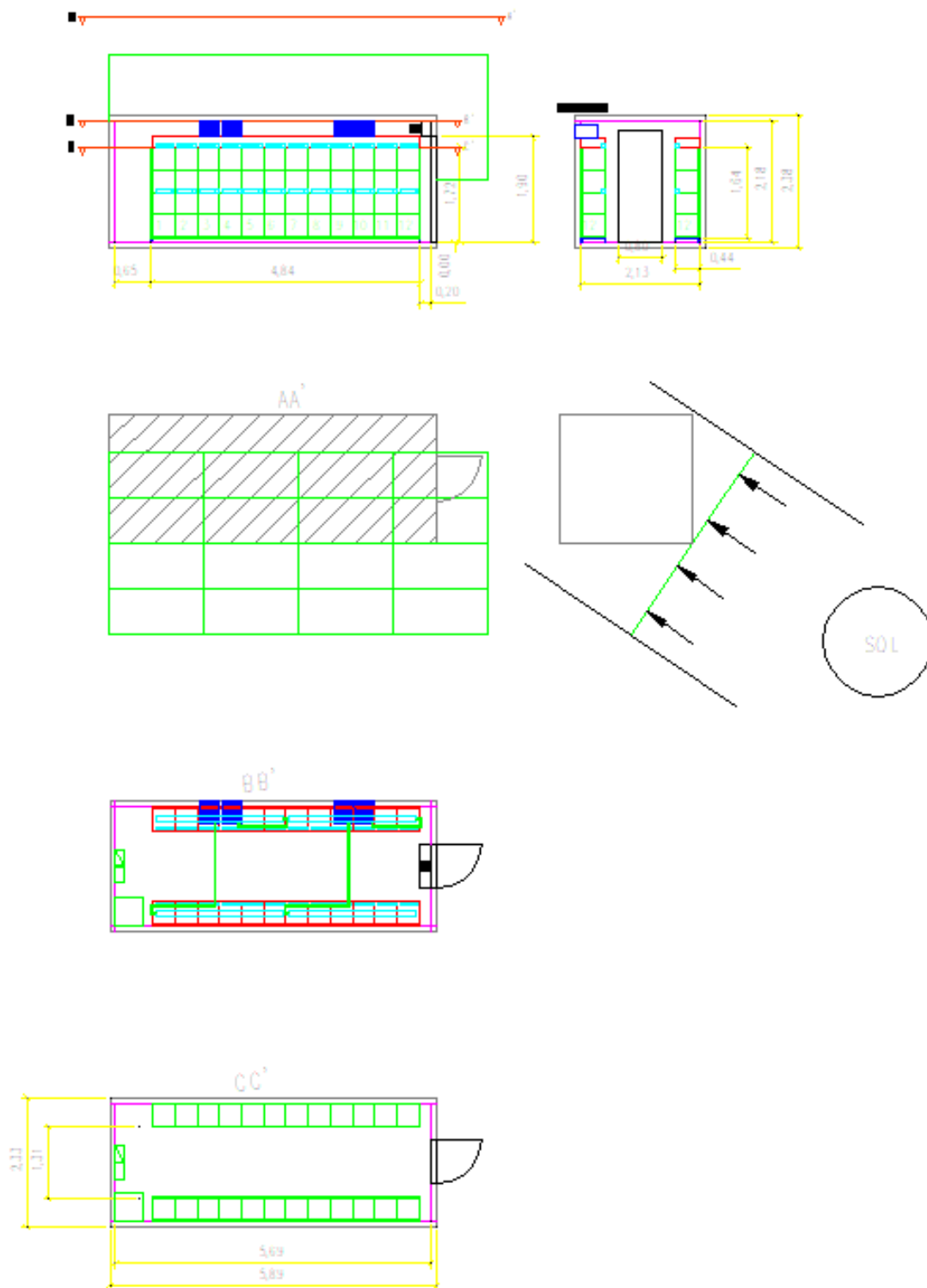
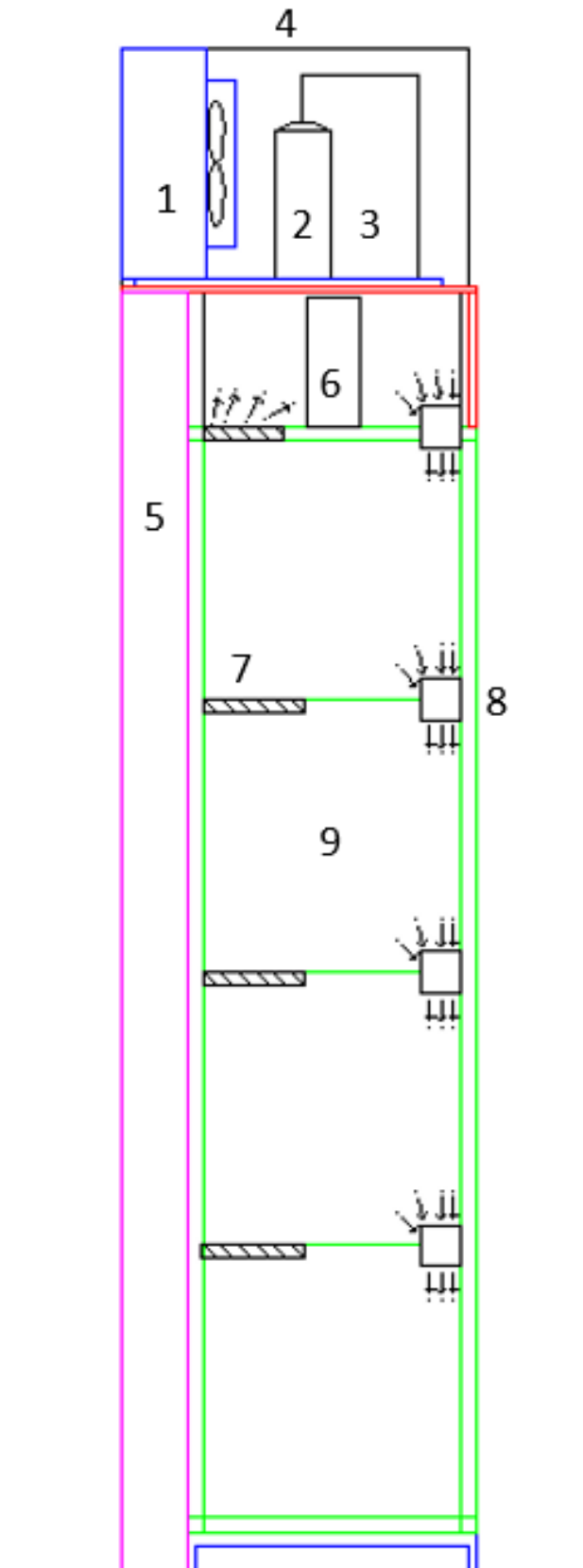


FIG.2



- 1 – Condensador
- 2 – Depósito Líquido
- 3 – Compressor
- 4 – Área técnica (Grupo Condensador)
- 5 – Painel Isolante Poliuretano
- 6 – Evaporador Estático
- 7 – Grelha
- 8 – Ventilador Tangencial
- 9 – Cacifo Refrigerado

FIG.3

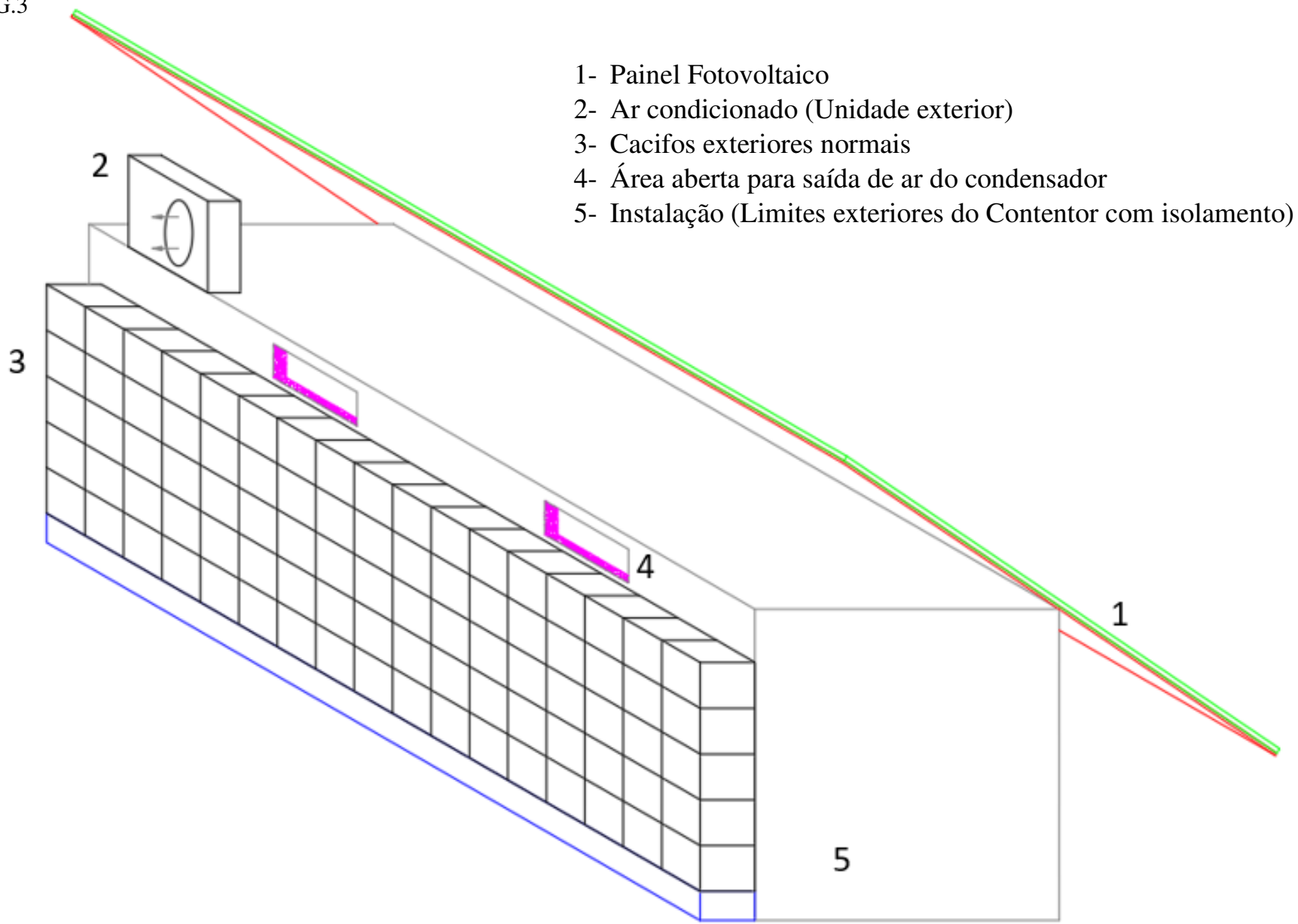
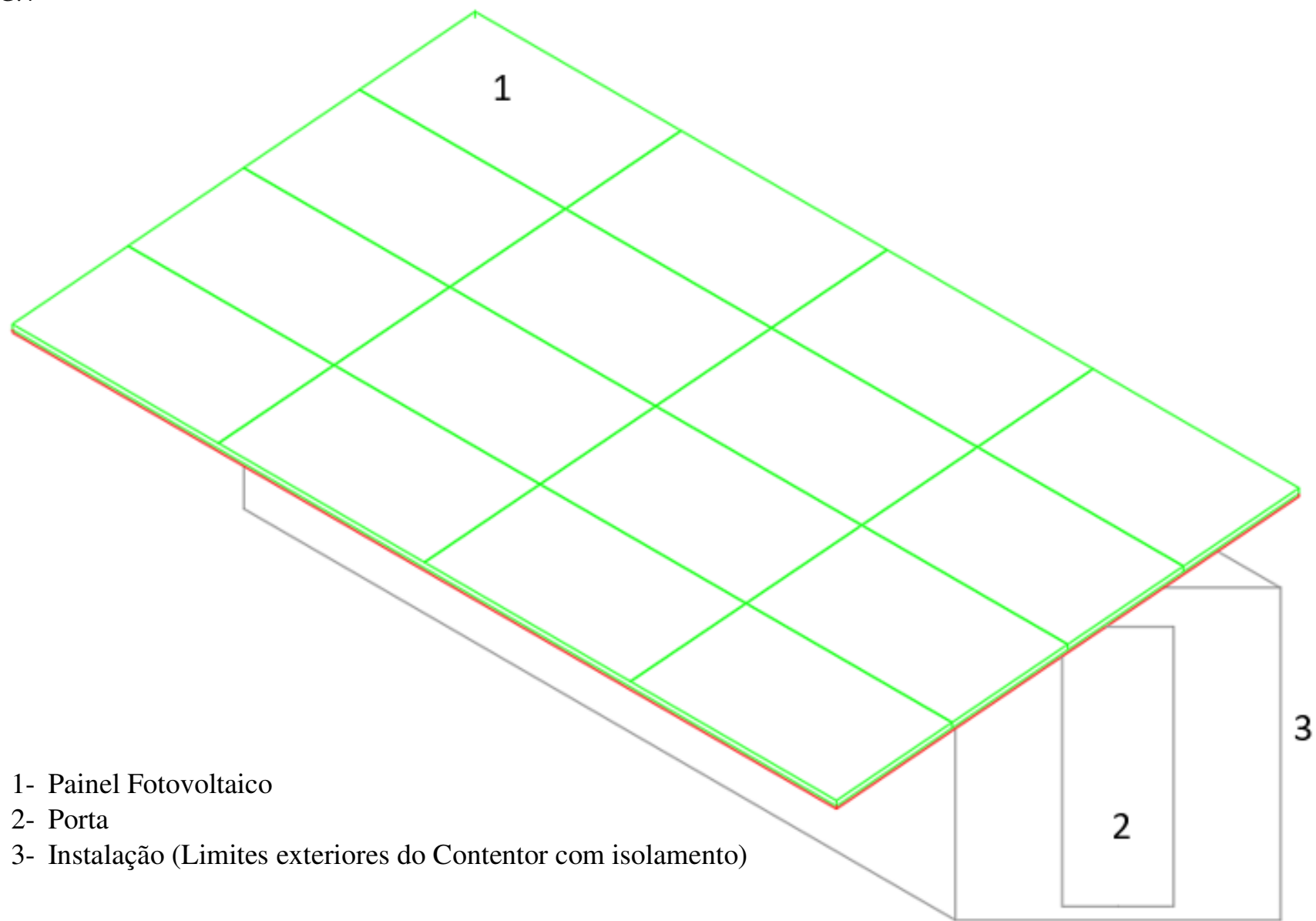
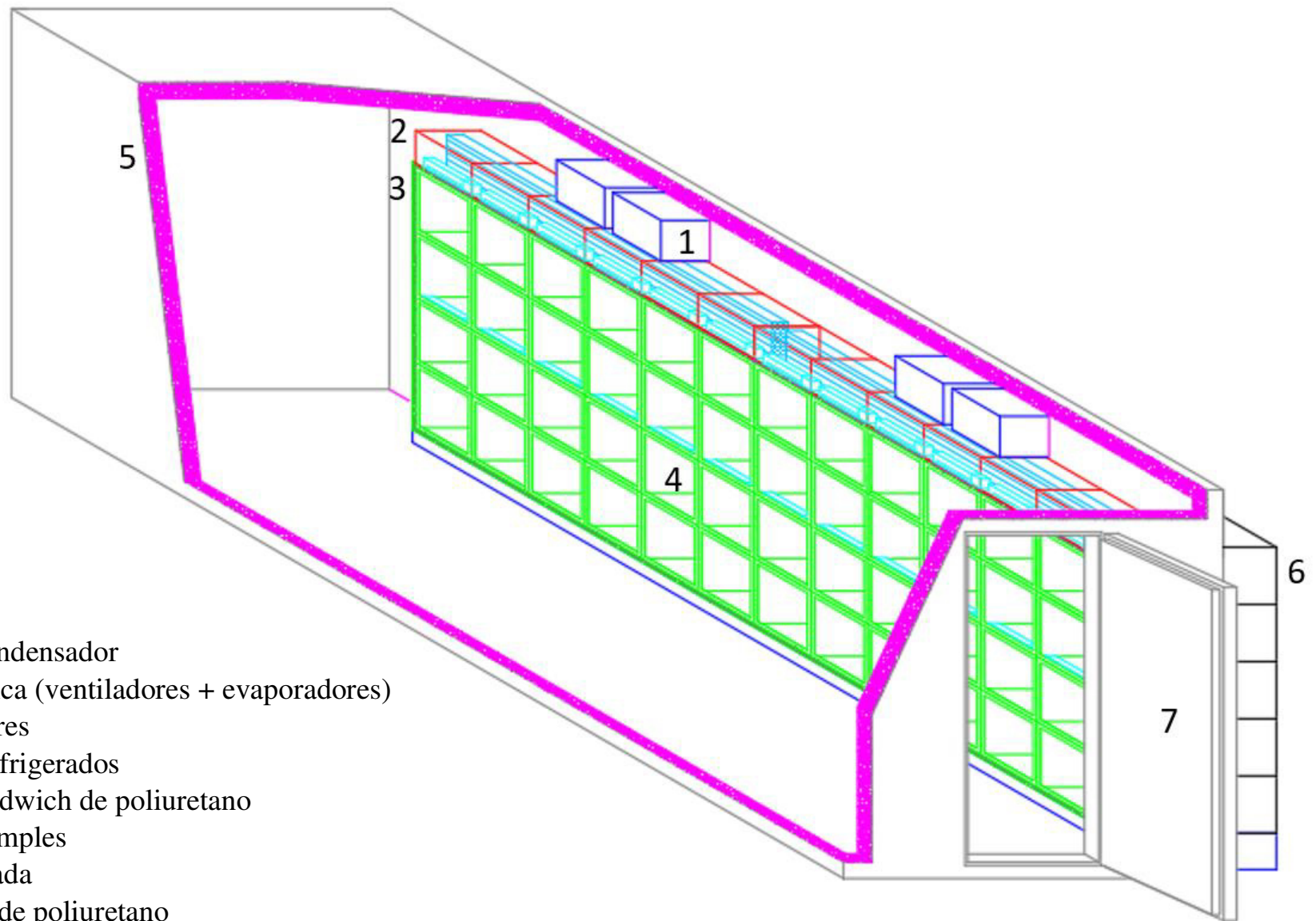


FIG.4



- 1- Painel Fotovoltaico
- 2- Porta
- 3- Instalação (Limites exteriores do Contentor com isolamento)

FIG.5



- 1- Grupo Condensador
- 2- Área técnica (ventiladores + evaporadores)
- 3- Ventiladores
- 4- Cacifos refrigerados
- 5- Painei sandwich de poliuretano
- 6- Cacifos simples
- 7- Porta isolada
- 8- sandwich de poliuretano

FIG.6

