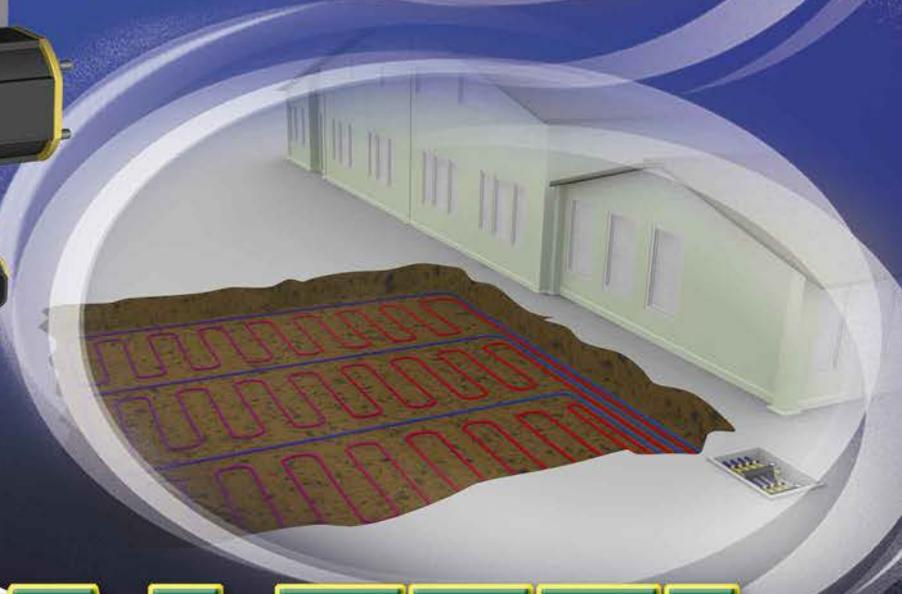
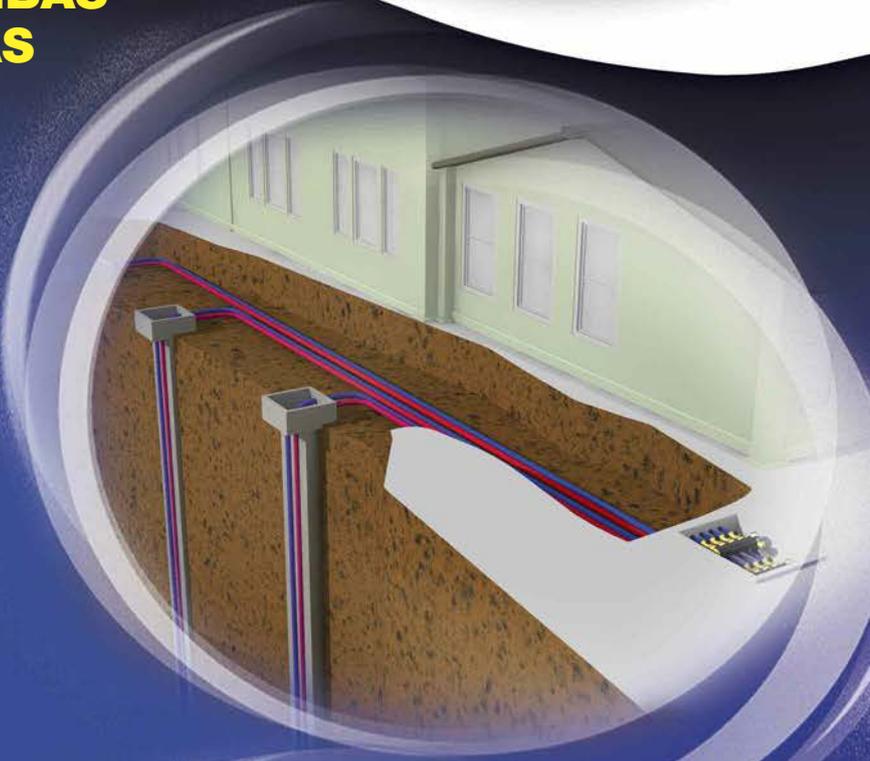


Hidráulica

INSTALAÇÕES COM BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS



CALEFFI



CALEFFI Lda

Hydronic Solutions

Sede:

Urbanização das Austrálias,
lote 17, Milheirós
Apartado 1214
4471-909 Maia Codex
Tel: 229619410
Fax: 229619420
caleffi.sede@caleffi.pt

Filial:

Talaíde Park, Edif. A1 e A2
Estrada Octávio Pato
2785-601 São Domingos de Rana
Tel: 214227190
Fax: 214227199
caleffi.filial@caleffi.pt

www.caleffi.pt

© Copyright 2011 Caleffi

Todos os direitos reservados.
É proibida a reprodução ou
publicação de qualquer parte da
publicação sem o consentimento
expresso por escrito do Editor.

Índice

- 3 Instalações com bombas de calor geotérmicas**
- 4 Calor contido na Terra**
 - Energia geotérmica de alta temperatura
 - Energia geotérmica de temperatura média
 - Energia geotérmica de baixa temperatura
- 5 Energia geotérmica de temperatura muito baixa**
- 6 Permutadores de baixa profundidade**
 - 8 Permutadores em serpentinas e em caracol
 - 10 Permutadores em anel
 - 12 Permutadores em espiral
 - 14 Permutadores em cesto
- 16 Permutadores de profundidade média**
 - Sondas coaxiais
 - Postes de fundação
- 18 Permutadores de alta profundidade**
- 20 Circuitos de ligação entre permutadores de calor e BDC (bombas de calor)**
 - Fase de projecto
 - Fluido termovector
 - Componentes principais
- 22 Arrefecimento no Verão**
- 24 Esquemas de instalações com BDC geotérmica**
- 36 Colector de distribuição para instalações com bomba de calor geotérmica**
- 39 Dispositivos de intercepção e balanceamento para colectores de distribuição geotérmicos**
- 40 Medidor electrónico de caudal para ligação de sensor com efeito Vortex**
- 41 Balanceamento dos circuitos com medidor electrónico**
- 42 Colector porta-instrumentos**

Instalações com bombas de calor geotérmicas

Eng.^{os} Marco e Mario Doninelli do gabinete S.T.C.

Neste número da *Hidráulica* iremos falar, mais uma vez, das instalações com bombas de calor (BDC), às quais já tinha sido dedicada a *Hidráulica* n.º 28 (Dezembro de 2009).

Iremos abordar especificamente os principais aspectos relativos à fase de projecto e à realização **de instalações com BDC que captam energia térmica do subsolo, sem consumo do lençol de água.**

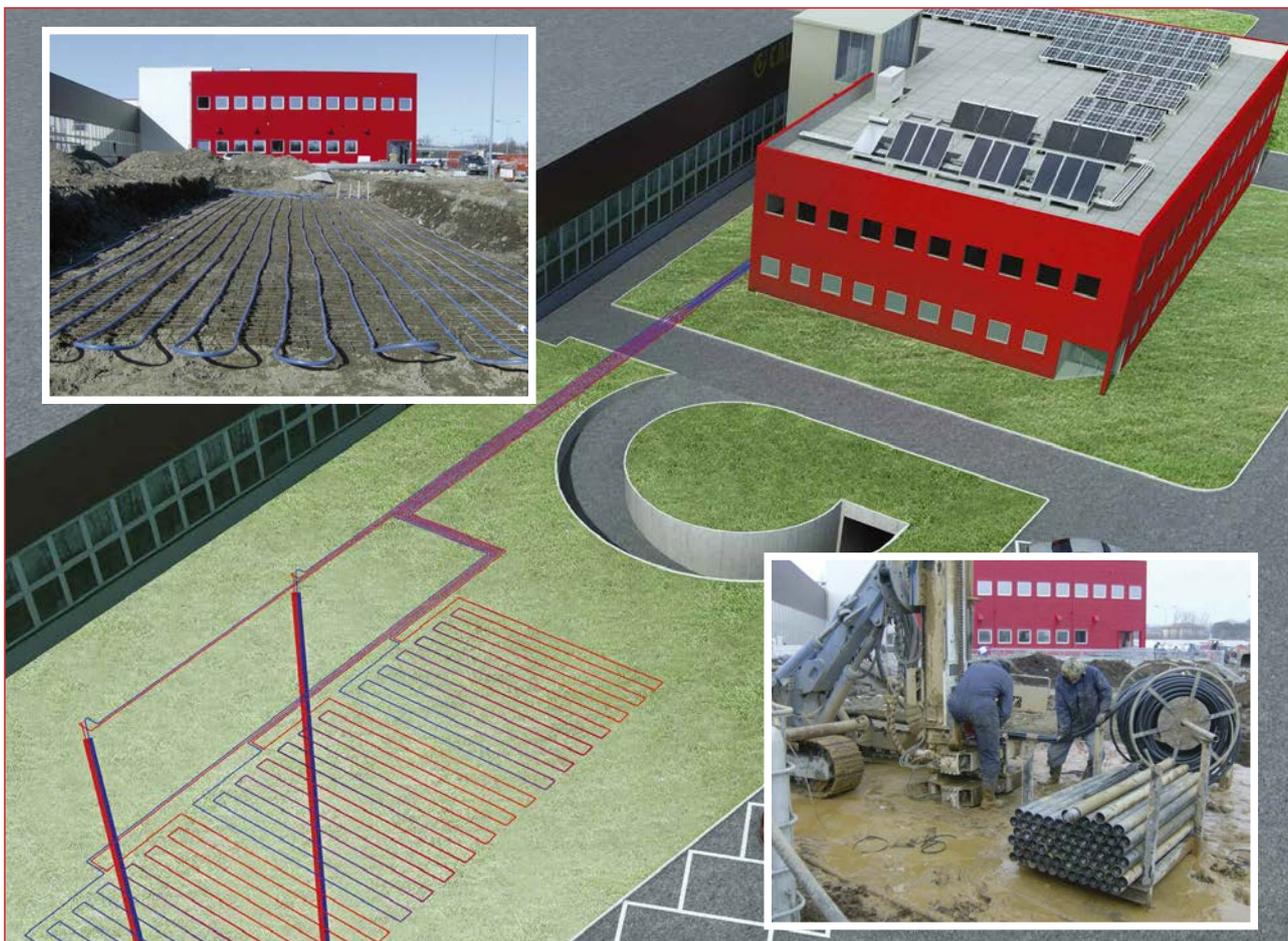
O motivo pelo qual voltamos a falar destas instalações, passados poucos anos, deve-se à grande evolução que, entretanto, tiveram os seus principais componentes.

Por exemplo, **no que diz respeito às BDC**, encontram-se já disponíveis **modelos bastante silenciosos** e que, por isso, podem ser instalados em qualquer local, no interior das habitações. Além disso, estão também igualmente disponíveis **BDC de potência térmica modulante**. É, assim, possível minimizar a inércia térmica dos circuitos internos, o que geralmente evita a utilização de reservatórios inerciais.

No que respeita os **permutadores de calor com o terreno**, merecem atenção **as novas geometrias**, por exemplo, as **em espiral ou em cesto**, que, como veremos, podem possibilitar soluções mais compactas, e menos invasivas do que aquelas que se podem obter com as geometrias tradicionais.

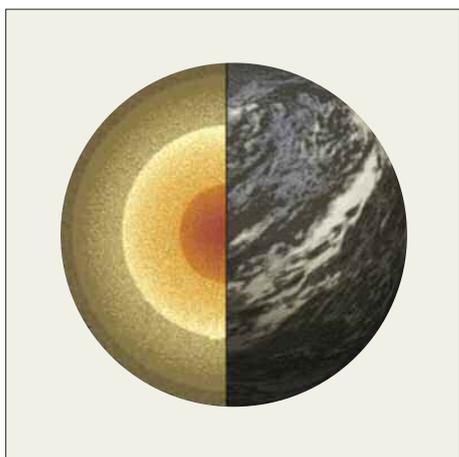
Deve também considerar-se que o mercado já oferece **componentes especificamente concebidos para estas instalações**, capazes de tornar mais simples e seguras as intervenções de montagem, regulação, gestão e manutenção.

Iremos subdividir o tema em 3 partes: na primeira teremos em consideração as origens e a disponibilidade do calor contido na terra; na segunda examinaremos os possíveis meios para se poder utilizar este calor; por fim, na terceira parte, iremos propor alguns esquemas de realização para instalações com BDC que captam calor do subsolo.

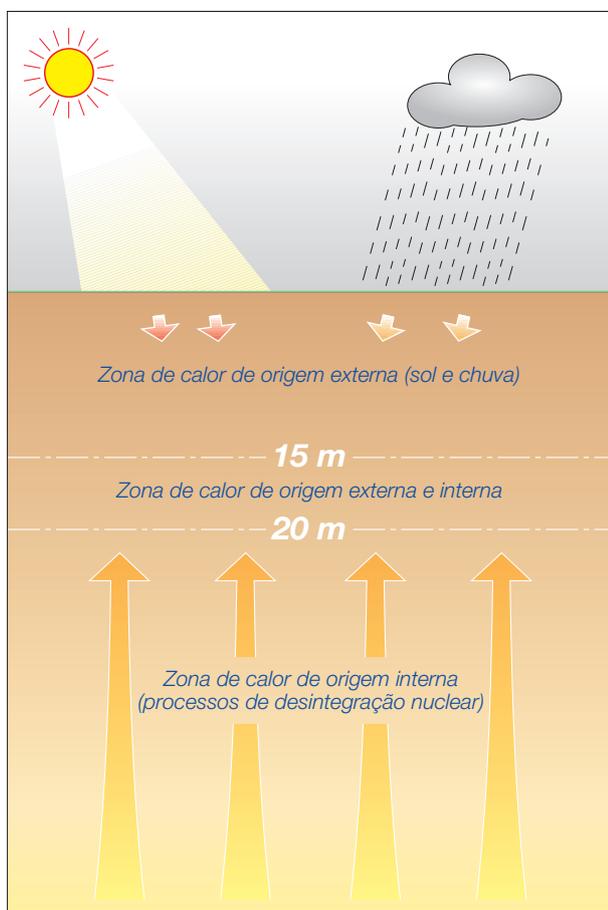


CALOR CONTIDO NA TERRA

A Terra contém uma notável quantidade de calor. Segundo os conhecimentos actuais, cerca de 99% da sua massa encontra-se a temperaturas que ultrapassam os 1.000°C, com valores compreendidos entre os 6.000 e os 6.500°C no núcleo central. Este calor tem duas origens: **uma externa e outra interna**.



A origem externa deve-se sobretudo ao sol e à chuva, praticamente as únicas fontes de calor significativas existentes até aos 15 metros de profundidade.



A origem interna é, por sua vez, devida ao calor produzido pela desintegração nuclear de substâncias radioactivas presentes nas rochas do subsolo; praticamente, é o único calor que mantém a Terra quente a profundidades que ultrapassam os 20 m. E é apenas este o calor que, em rigor, pode ser definido como **geotérmico** (do grego: calor produzido pela Terra).

Contudo, também a nível internacional, o termo **“geotérmico”** é, geralmente, já utilizado para identificar **todo o calor** (de origem interna e externa) **armazenado na Terra**; assim como o termo **“geotermia”** é normalmente utilizado para indicar a disciplina e as várias técnicas que permitem utilizar este calor.

O interesse actual por este tipo de calor deve-se ao facto de poder ser **uma importante fonte de energia alternativa**, que pode ser utilizada, por exemplo, para produzir energia eléctrica, para realizar processos tecnológicos, para aquecer ambientes e para obter AQS (água quente sanitária). Contudo, é sempre uma forma de energia que, para poder ser utilizada, deve ser trazida até à superfície.

Em algumas zonas da Terra, a própria Natureza fornece os meios para trazer esta energia à superfície: é o caso **dos géiseres e das termas**. Noutros casos, pelo contrário, devem ser utilizados sistemas capazes de captar directamente do subsolo os fluidos quentes ou de permutar calor com o terreno.

A energia geotérmica, em relação a outras energias, tem a vantagem de **não depender das condições atmosféricas** (por ex.: sol, vento ou marés), **nem sequer das reservas de substâncias combustíveis** (por ex.: biomassa). **Trata-se, por isso, de um tipo de energia estável e fiável**.

Com base nas temperaturas de possível utilização, a energia geotérmica está, geralmente, assim dividida:

Energia geotérmica de alta temperatura

Permite o uso de água sobreaquecida e vapores a **mais de 180°C**. Serve para produzir energia eléctrica. A primeira instalação deste tipo foi realizada na localidade de Larderello (Pisa) em 1906.

Energia geotérmica de temperatura média

Permite o uso de água sobreaquecida e vapores com temperaturas compreendidas entre 100 e 180°C. Serve, com o aquecimento de um fluido secundário mais volátil, para produzir energia eléctrica.

Energia geotérmica de baixa temperatura

Permite o uso de fluidos com temperaturas compreendidas entre **30 e 100°C**. Serve para utilizações industriais e para alimentar estabelecimentos termais.

Energia geotérmica de temperatura muito baixa

Permite o uso de fluidos com temperaturas inferiores a 30°C. As suas principais aplicações dizem respeito:

1. ao aquecimento dos edifícios e à produção de AQS.

Neste caso, a energia térmica com temperatura muito baixa é captada do terreno, através de permutadores de calor adequados. É, depois, cedida às máquinas (às **BDC**) capazes de **umentar a temperatura** até valores que tornam possível **aquecer os edifícios, quer produzir AQS.**

2. ao arrefecimento dos edifícios.

Neste caso, a energia térmica com temperatura muito baixa captada do terreno pode servir quer para **alimentar as BDC que funcionam durante a fase de arrefecimento**, quer para **servir directamente** (ver pág. 22) **as instalações de climatização**; esta última opção pode limitar consideravelmente os custos de funcionamento.

De seguida, iremos analisar as principais características destas instalações, subdividindo-as com base nas diversas técnicas de consumo do calor, **em instalações com permutadores de profundidade baixa, média e alta.**

Bombas de calor (BDC)

São máquinas capazes de **captar calor de uma fonte a uma temperatura mais baixa.**

São, essencialmente, compostas por um circuito de tipo fechado, dentro do qual é continuamente comprimido e feito expandir um fluido adequado.

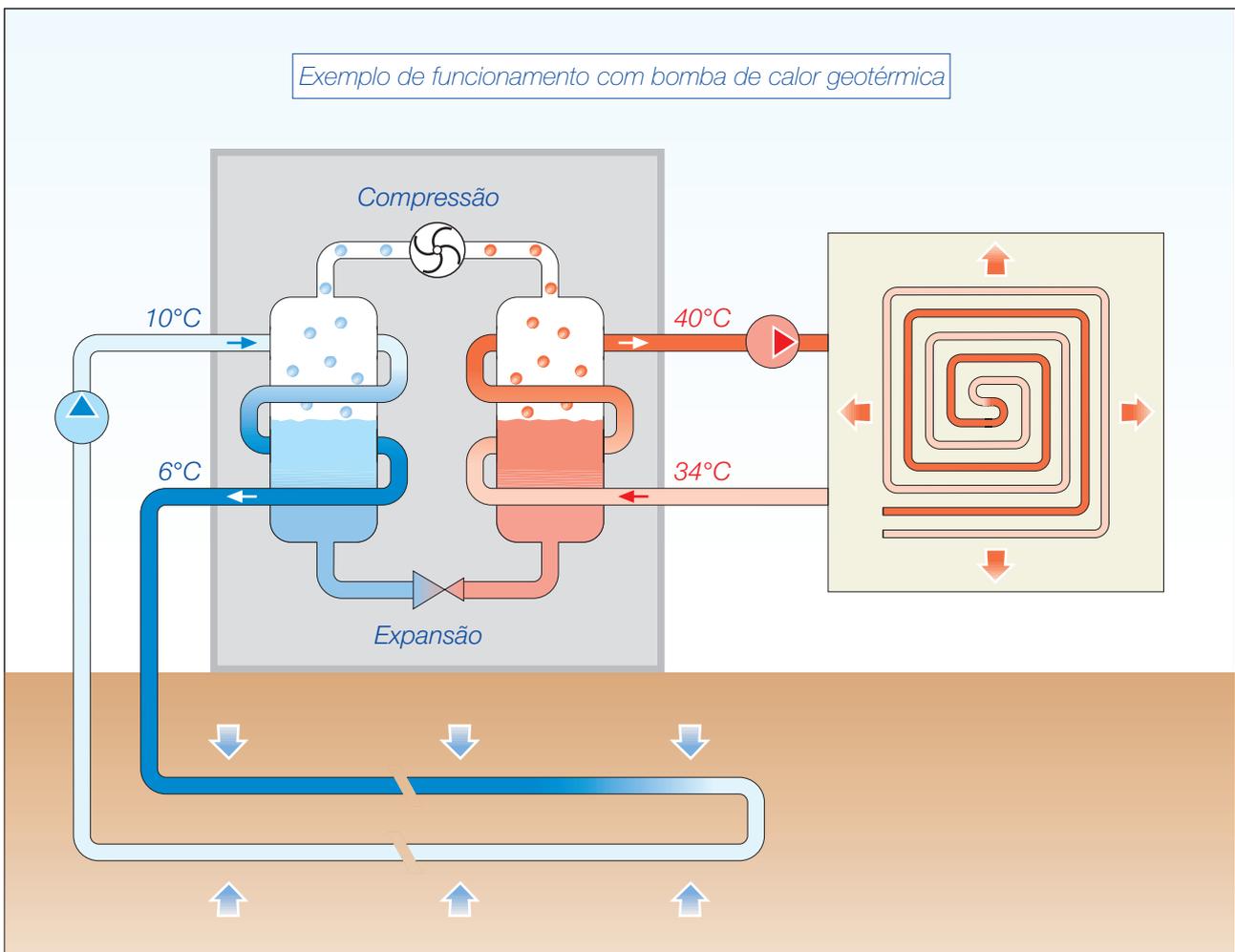
A cada compressão e a cada expansão (isto é, a cada ciclo de trabalho), **o fluido rouba um pouco de calor à fonte fria e cede-o à quente.**

Invertendo o ciclo de trabalho (Hidráulica 28, pág. 12), estas máquinas podem ser utilizadas quer para aquecer, quer para arrefecer.

Os rendimentos das BDC são geralmente identificados através de dois coeficientes fornecidos pelos fabricantes: (1) o coeficiente ϵ relativo apenas ao funcionamento do compressor, e (2) o coeficiente COP ("Coefficient of Performance") relativo ao funcionamento do compressor e dos meios auxiliares (Hidráulica 28, pág. 8).

Por exemplo, se o valor de COP for igual a 4, significa que, **com 1 kW de energia eléctrica, dispendida ao compressor, é possível deslocar** (da fonte fria para a quente) **4 kW de calor.**

Exemplo de funcionamento com bomba de calor geotérmica



PERMUTADORES DE BAIXA PROFUNDIDADE

São permutadores realizados com tubos em **material plástico**. A sua **profundidade de instalação varia entre 0,8 e 4,0 m**.

Em relação aos permutadores de alta profundidade, **têm um menor impacto ambiental e um menor custo de instalação**. Além disso, dado que se desenvolvem a profundidades normalmente alcançadas também por outras estruturas civis (rés-do-chão, caves, etc.), geralmente a sua instalação não requer autorizações específicas por parte das autoridades competentes.

Por outro lado, estes permutadores **necessitam de superfícies de desenvolvimento bastante extensas**; exigência esta que, praticamente, apenas os torna adequados para a realização de instalações médias e pequenas.

Com base nas suas principais geometrias de desenvolvimento, podem ser assim classificados:

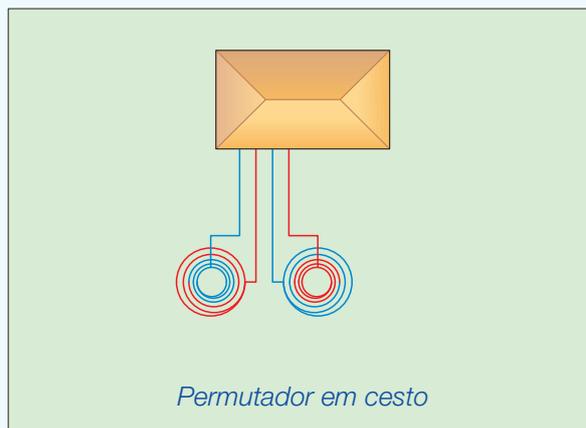
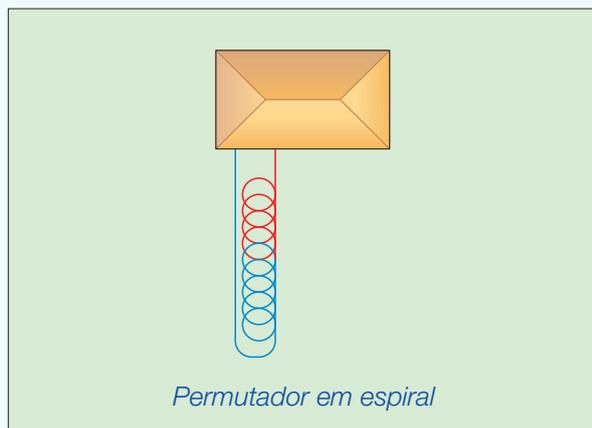
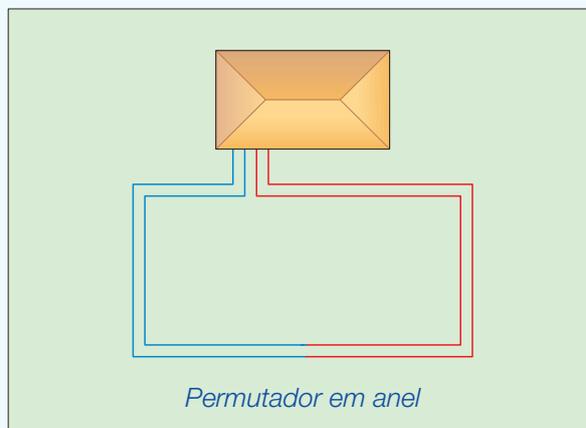
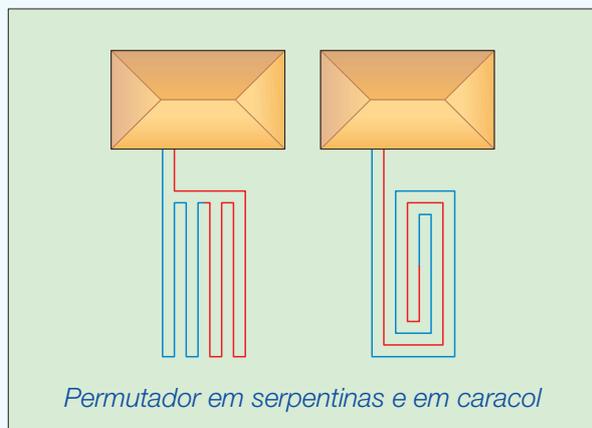
- permutadores **em serpentinas ou em caracol**,
- permutadores **em anel**,
- permutadores **em espiral**,
- permutadores **em cesto**.

A escolha do tipo de geometria mais adequado depende de vários factores, entre os quais (1) **o tipo de terreno**, (2) **as suas zonas de sombra**, e (3) **o tipo de vegetação a plantar ou a conservar**. Este último ponto está relacionado com o facto da superfície colocada em cima dos permutadores não poder ter plantas ou qualquer outro tipo de vegetação que possa fazer sombra.

As escavações para a colocação dos tubos **podem ser de tipo de terraplanagem ou de trincheira**. Com excepção dos casos em que a terraplanagem do terreno é feita devido a outras exigências de construção, **é mais conveniente a colocação em trincheira**, porque:

- **é mais simples de realizar e menos dispendiosa**;
- **permite uma maior profundidade de instalação**, o que possibilita temperaturas mais elevadas do fluido de permuta e, conseqüentemente, um melhor rendimento da instalação.

Tal como já foi dito, o calor captado por estes **permutadores é, sobretudo, fornecido pelo sol e pela chuva**. Portanto, devem ser colocados em zonas onde o sol e a chuva possam chegar sem impedimentos. Para tal, **a superfície sob a qual se desenvolvem, não deve ficar coberta com construções ou outro tipo de obstáculos**, tais



como: garagens, pré-fabricados, alpendres, terraços, pavimentos impermeabilizados.

A zona, na qual se desenvolvem os permutadores, deve também ser escolhida de forma a garantir **distâncias de, pelo menos, 2 m das zonas de sombra** provocadas por edifícios, muros, árvores e sebes.

Para evitar interferências e facilitar as intervenções de manutenção, aconselha-se a respeitar as seguintes distâncias mínimas:

- 1,5 m das redes das instalações enterradas de tipo não hidráulico: redes eléctricas, de telefone e de gás;
- 2,0 m das redes das instalações enterradas de tipo hidráulico: redes de água sanitária, de águas pluviais e de esgoto;
- 3,0 m das fundações, poços de água, fossas sépticas, poços de escoamento e afins.

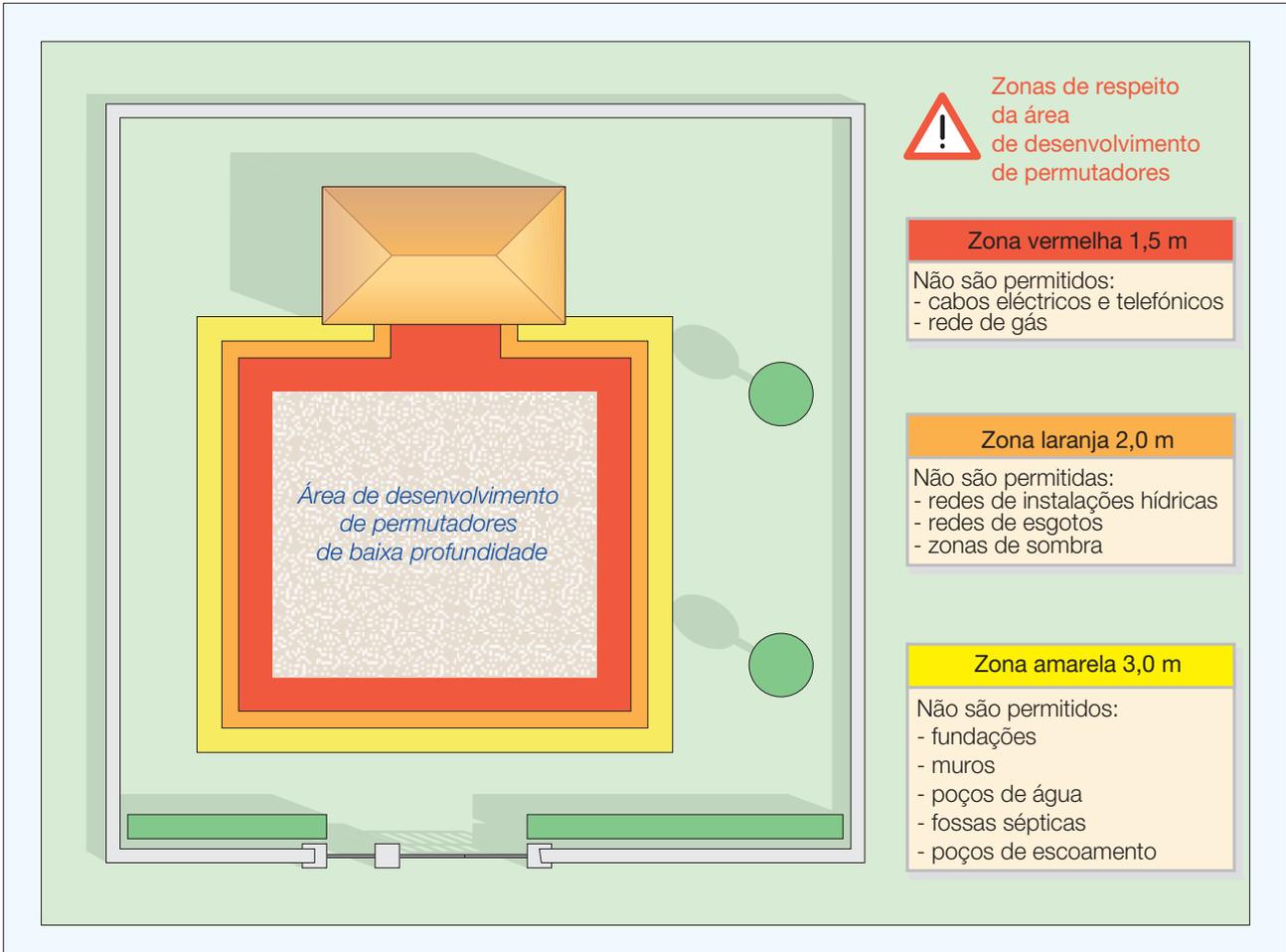
Com os permutadores de calor de baixa profundidade, **não se deve captar demasiado calor do terreno** (ver notas relativas ao dimensionamento de cada permutador). Se tal acontecer, podem ocorrer duas situações de perigo: (1) o **“colapso” da instalação**, (2) e a **deterioração da vegetação**, que cresce em cima da zona de colocação dos permutadores (erva) ou que confina com a mesma (plantas, sebes, etc.).

O possível **“colapso” da instalação** é causado por temperaturas demasiado baixas do fluido de permuta, já que **as BDC funcionam com COP muito reduzidos e, por isso, com potências térmicas que não são capazes de satisfazer as necessidades requeridas**.

Um outro aspecto a considerar diz respeito ao **contacto entre permutadores de calor e o terreno**.

Com **terrenos arenosos** não há problema, mas, pelo contrário, com **terrenos argilosos** é frequentemente necessário recorrer a uma fragmentação, antes de encher as escavações. Os terrenos argilosos têm tendência a formar grandes torrões de terra, mesmo em relação ao tipo de máquina com a qual são efectuadas as escavações.

Os terrenos muito heterogéneos (com saibro e cascalho) **podem igualmente necessitar do uso de uma mistura de contacto** formada por areia, cimento e água. Com esta mistura tapam-se, em primeiro lugar, com 10 cm, os permutadores de calor. Depois, com o material excedente, faz-se o enchimento das escavações.



PERMUTADORES EM SERPENTINAS E EM CARACOL

São geralmente concebidos com tubos em polietileno, com diâmetros internos compreendidos entre 16 mm e 26 mm. **A profundidade de instalação varia entre 0,8 e 1,2 m.**

O sistema em caracol (devido à alternância contínua dos tubos de ida e retorno) permite **obter temperaturas do terreno mais homogêneas**, o que pode evitar, nos casos de arrefecimento “forçado”, a formação de zonas demasiado frias; zonas que podem causar atrasos e áreas não homogêneas no desenvolvimento da vegetação.

O sistema em serpentinas é, geralmente, o mais utilizado pela sua simplicidade de colocação e de fixação no terreno.

De modo a não causar um arrefecimento excessivo do terreno, aconselha-se a instalar permutadores em serpentinas e em caracol **com entre-eixos não inferiores a 40 cm.**

A dimensão destes colectores efectua-se com base no **rendimento térmico do terreno**, que depende principalmente de 3 parâmetros: (1) **o tipo de terreno**, (2) **a sua densidade** e (3) **o nível de humidade.**

O rendimento térmico de um terreno com textura fina é mais elevado do que o de um terreno do mesmo tipo com textura grossa, porque nas suas cavidades vazias está contida uma menor

quantidade de ar.

O parâmetro mais importante é sempre **o nível de humidade**, pois a condutibilidade da água é cerca de 20 vezes superior à do ar.

É, contudo, muito difícil avaliar com exactidão este parâmetro, pois depende, entre outros, da pluviosidade do local, do tipo e da profundidade do lençol aquífero, da capacidade de evaporação do terreno; capacidade que, por sua vez, pode ser influenciada por outros factores, tais como, a vegetação dominante e circundante, e a estabilidade térmica do terreno.

PERMUTADORES EM SERPENTINAS E CARACOL

Rendimentos específicos aproximados das superfícies de terreno

Tipo de subsolo	(W/m ²)
Terreno arenoso seco	10 – 15
Terreno arenoso húmido	15 – 20
Terreno argiloso seco	20 – 25
Terreno argiloso húmido	25 – 30
Terreno saturado de água	30 – 40

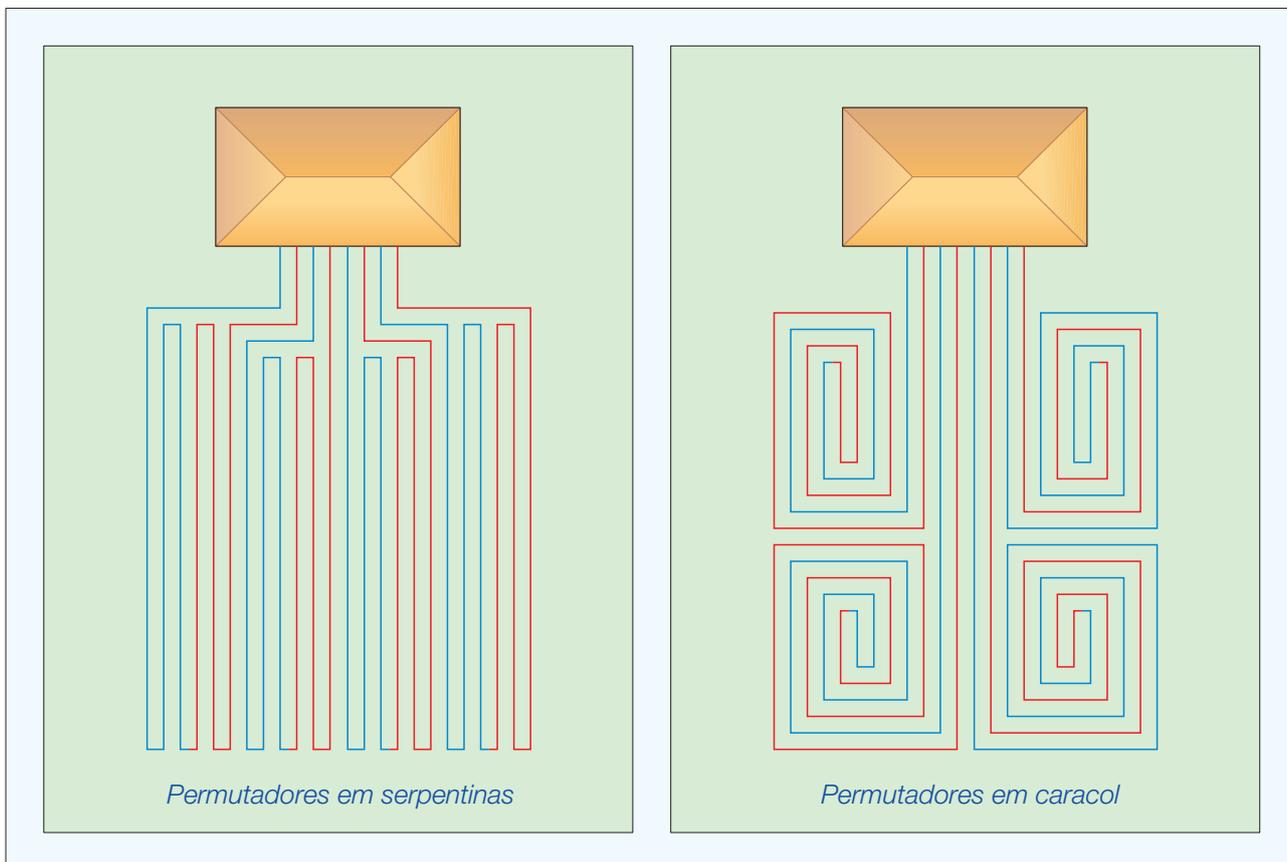
– entre-eixos tubos = 40 cm

– horas de funcionamento anuais = 1800

– COP = 4

– superfície de terreno livre

– superfície de terreno não impermeabilizada



A tabela apresentada na página ao lado **indica os rendimentos térmicos específicos destes permutadores, em relação aos principais tipos de subsolo.**

Os rendimentos térmicos são dados em W/m^2 de superfície, e são determinados com base nas condições indicadas na própria tabela. Contudo, em relação aos graus de variabilidade e às indeterminações em causa, os próprios rendimentos também podem ser úteis **para dimensionar instalações que não respeitem de forma rigorosa as condições indicadas;** por exemplo, instalações com COP diferentes.

De seguida, é também apresentada uma tabela **para permitir uma rápida avaliação das superfícies necessárias** para a instalação dos permutadores em serpentinas e em caracol.

As superfícies necessárias são determinadas em função de 3 parâmetros: (1) a potência térmica da instalação, (2) o rendimento do terreno, (3) o COP de funcionamento da BDC.

Em função da potência térmica da instalação, estão também indicadas as potências de permuta com o terreno, e as potências eléctricas absorvidas pela BDC.

Na pág. 20 indicam-se informações e notas para a fase de projecto destes permutadores, e dos respectivos circuitos de ligação às BDC.

Superfície de terreno necessária para permutadores em serpentinas e em caracol

Exemplo de cálculo:

Determinar a superfície necessária para a colocação em funcionamento, no terreno, de permutadores de baixa profundidade (de tipo em serpentinas ou em caracol), adequados para servir uma instalação com as seguintes características:

$$Q_{BDC} = 9.000 \text{ W (potência requerida à BDC)}$$

$$COP = 4,0 \text{ (COP médio de funcionamento da BDC)}$$

$$q_{ter} = 20 \text{ W/m}^2 \text{ (rendimento específico do terreno)}$$

Com base na definição de COP, a potência eléctrica $[W_{EL}]$ absorvida pela BDC, pode ser assim calculada:

$$W_{EL} = Q_{BDC} / COP = 9.000 / 4,0 = 2.250 \text{ W}$$

Sendo esta potência cedida pela BDC ao fluido vector da instalação, a potência a permutar com o terreno $[Q_{ter}]$ é:

$$Q_{ter} = Q_{BDC} - W_{EL} = 9.000 - 2.250 = 6.750 \text{ W}$$

Para a colocação em funcionamento dos permutadores, é necessário ter uma superfície de ocupação do terreno, que pode ser determinada da seguinte forma:

$$S = Q_{ter} / q_{ter} = 6.750 / 20 = 337,5 \text{ m}^2$$

Superfície necessária para permutadores em serpentinas ou em caracol

Potência bomba de calor [W]	Superfície necessária [m ²] (terreno arenoso húmido 20 W/m ²)		Superfície necessária [m ²] (terreno argiloso húmido 30 W/m ²)		Potência comutada com o terreno [W]		Potência eléctrica absorvida pela BDC [W]	
	COP = 3,0	COP = 4,0	COP = 3,0	COP = 4,0	COP = 3,0	COP = 4,0	COP = 3,0	COP = 4,0
5000	167	188	111	125	3333	3750	1667	1250
5500	183	206	122	138	3667	4125	1833	1375
6000	200	225	133	150	4000	4500	2000	1500
6500	217	244	144	163	4333	4875	2167	1625
7000	233	263	156	175	4667	5250	2333	1750
7500	250	281	167	188	5000	5625	2500	1875
8000	267	300	178	200	5333	6000	2667	2000
8500	283	319	189	213	5667	6375	2833	2125
9000	300	338	200	225	6000	6750	3000	2250
9500	317	356	211	238	6333	7125	3167	2375
10000	333	375	222	250	6667	7500	3333	2500
11000	367	413	244	275	7333	8250	3667	2750
12000	400	450	267	300	8000	9000	4000	3000
13000	433	488	289	325	8667	9750	4333	3250
14000	467	525	311	350	9333	10500	4667	3500
15000	500	563	333	375	10000	11250	5000	3750
16000	533	600	356	400	10667	12000	5333	4000

PERMUTADORES EM ANEL

São concebidos com tubos em material plástico cujos diâmetros internos variam entre 16 e 22 mm.

A sua profundidade de instalação é variável entre 0,8 e 2,0 m.

Os anéis, que podem desenvolver-se num ou mais planos paralelos entre eles, **são colocados em escavações tipo trincheira**: aberturas, tal como já referido, **menos dispendiosas** relativamente às realizadas através da terraplanagem.

As trincheiras podem ter configurações muito diversas, em relação ao tipo de terreno disponível, à sua geometria e às eventuais normas a respeitar.

Os anéis podem ser de tipo com desenvolvimento aberto ou fechado.

As soluções que necessitam de aberturas menores e ocupam, assim, uma menor superfície de terreno, são as com **trincheiras de 2 ou 3 anéis, colocados em planos paralelos entre si**. No entanto, estas soluções, em relação àquelas com um único anel, implicam **rendimentos lineares mais baixos dos tubos** [W/m].

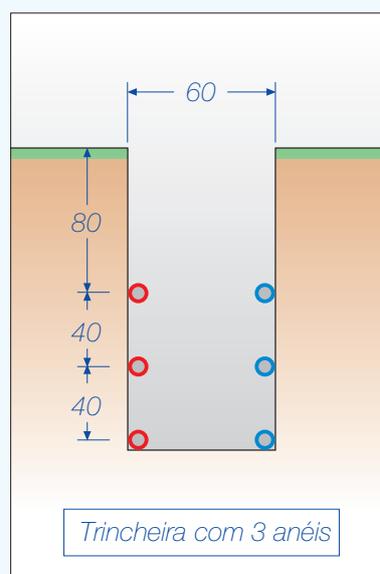
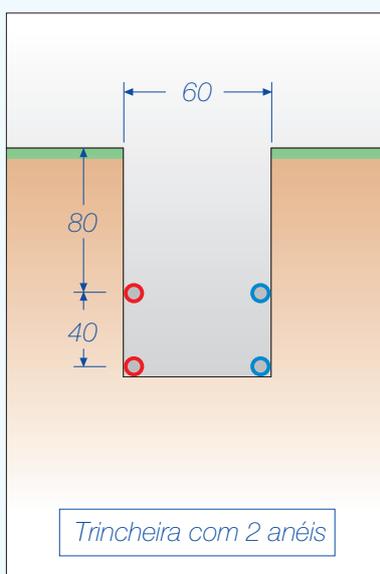
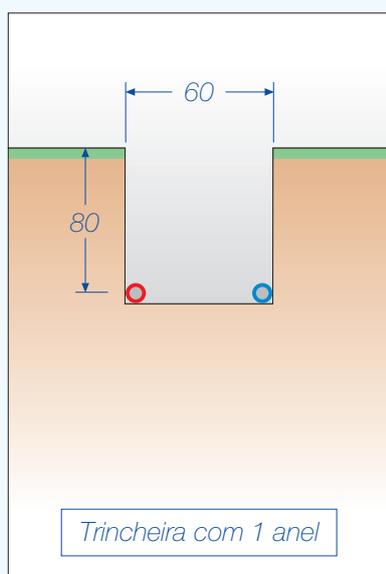
Os menores rendimentos lineares são devidos à sobreposição dos anéis, que é a causa de **interferências térmicas recíprocas**.

Contudo, o custo relativo a um maior comprimento dos tubos, **é amplamente compensado pela poupança que se obtém reduzindo a dimensão das aberturas**.

As tabelas seguintes indicam (para as tipologias de trincheiras e de anéis indicados) **os rendimentos térmicos específicos destes permutadores em relação aos principais tipos de subsolo**. As mesmas condições de validade indicadas na tabela da pág. 8 aplicam-se a estas tabelas.

Para não provocar um arrefecimento excessivo do terreno, aconselha-se a **distanciar as trincheiras entre si em, pelo menos, 1,5 m**.

Na pág. 20 encontram-se indicadas informações e notas para a fase de projecto destes permutadores, e dos respectivos circuitos de ligação às BDC.



PERMUTADORES 1 ANEL

Rendimentos específicos aproximados dos tubos

Tipo de subsolo	(W/m)
Terreno arenoso seco	4 – 6
Terreno arenoso húmido	6 – 8
Terreno argiloso seco	8 – 10
Terreno argiloso húmido	10 – 12
Terreno saturado de água	12 – 16

PERMUTADORES 2 ANÉIS

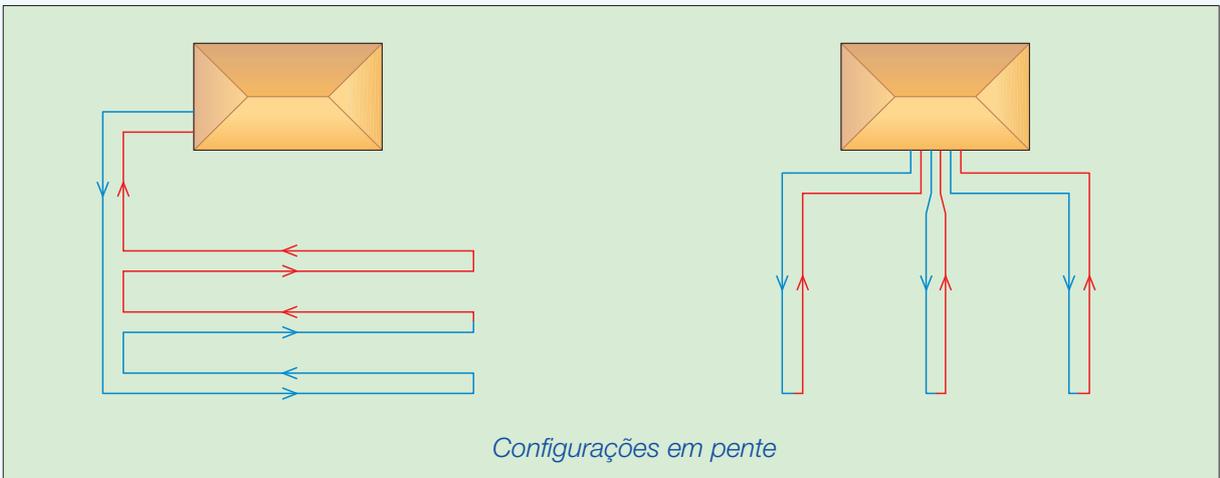
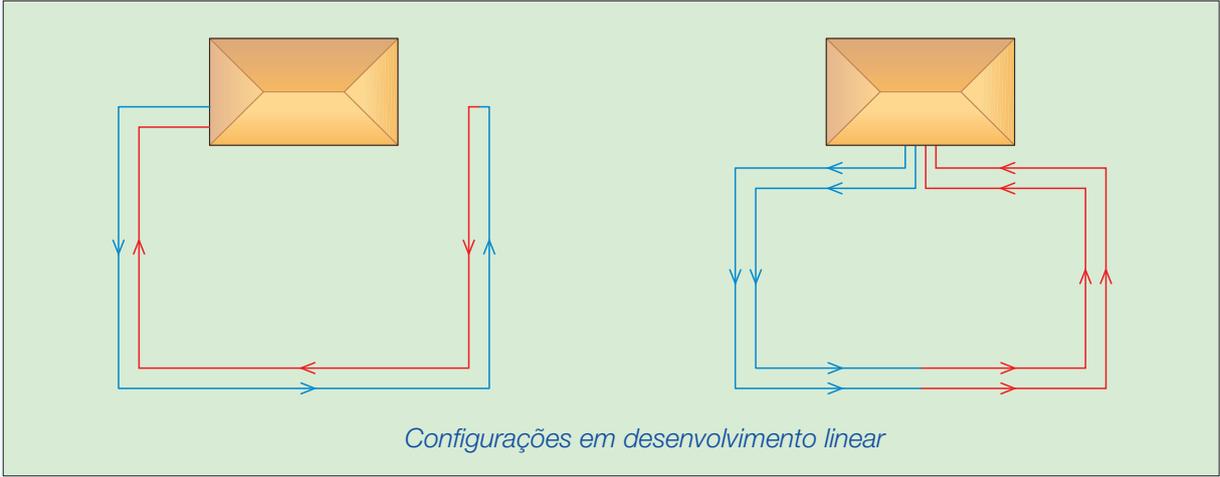
Rendimentos específicos aproximados dos tubos

Tipo de subsolo	(W/m)
Terreno arenoso seco	3,6 – 5,4
Terreno arenoso húmido	5,4 – 7,2
Terreno argiloso seco	7,2 – 9,0
Terreno argiloso húmido	9,0 – 10,8
Terreno saturado de água	10,8 – 14,4

PERMUTADORES 3 ANÉIS

Rendimentos específicos aproximados dos tubos

Tipo de subsolo	(W/m)
Terreno arenoso seco	3,2 – 4,8
Terreno arenoso húmido	4,8 – 6,4
Terreno argiloso seco	6,4 – 8,0
Terreno argiloso húmido	8,0 – 9,6
Terreno saturado de água	9,6 – 12,8



PERMUTADORES EM ESPIRAL

São concebidos com tubos em material plástico, cujo diâmetro interno varia entre 16 e 22 mm. **A sua profundidade de colocação varia entre 1,0 e 2,5 m.**

As espirais são formadas por círculos sobrepostos com um diâmetro (D) constante.

A sobreposição dos círculos (que pode ser obtida através do uso de travões e separadores adequados) pode ter um passo estreito ($p=D/4$), médio ($p=D/2$) ou grande ($p=D$).

São permutadores que podem ser colocados em funcionamento em **aberturas, quer de terraplanagem, quer de trincheira.** Nas **aberturas de terraplanagem**, as espirais são dispostas em planos

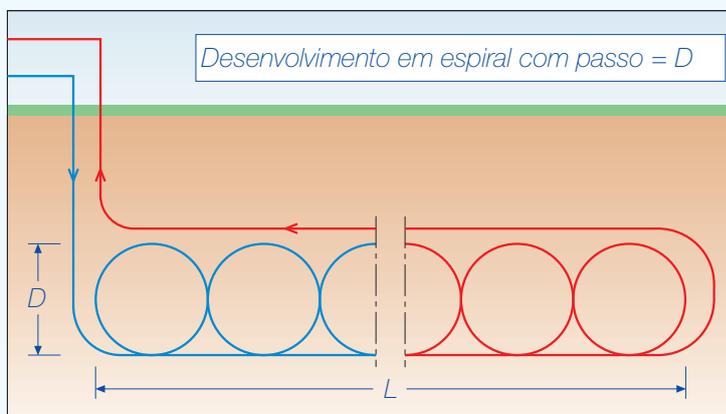
horizontais com uma profundidade de 1,0 – 1,5 m.

Nas **aberturas de trincheira**, podem ser colocadas em planos quer horizontais, quer verticais, com uma profundidade de 1,0 – 2,5 m.

As tabelas seguintes apresentam (para os tipos especificados) **os rendimentos térmicos por unidade de superfície ocupada pelas espirais, em relação aos principais tipos de subsolo.**

Para não causar um arrefecimento excessivo do terreno, aconselha-se a **distanciar as trincheiras entre si em, pelo menos, 2,5 m.**

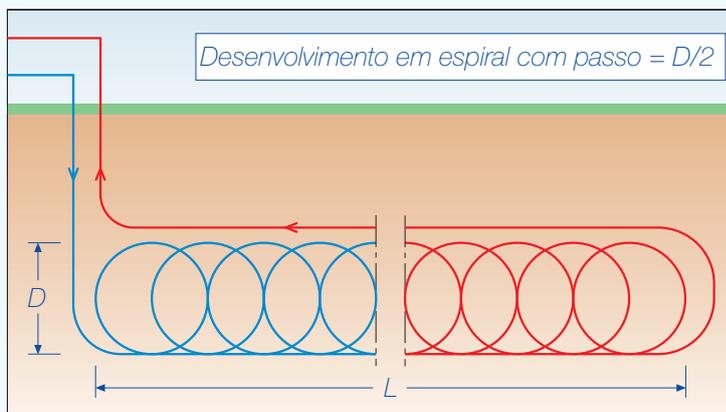
Na pág. 20 indicam-se informações e notas para a fase de projecto destes permutadores, e dos respectivos circuitos de ligação às BDC.



ESPIRAL COM PASSO = D

Rendimentos específicos aproximados da superfície de terreno

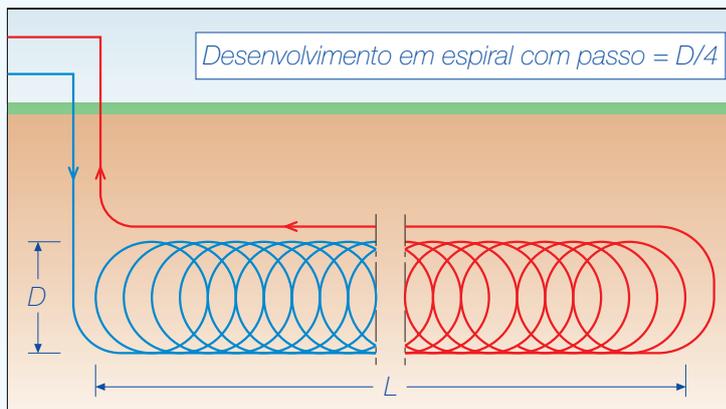
Tipo de subsolo	(W/m ²)
Terreno arenoso seco	7 – 10
Terreno arenoso húmido	10 – 13
Terreno argiloso seco	13 – 16
Terreno argiloso húmido	16 – 20
Terreno saturado de água	20 – 26



ESPIRAL COM PASSO = D/2

Rendimentos específicos aproximados da superfície de terreno

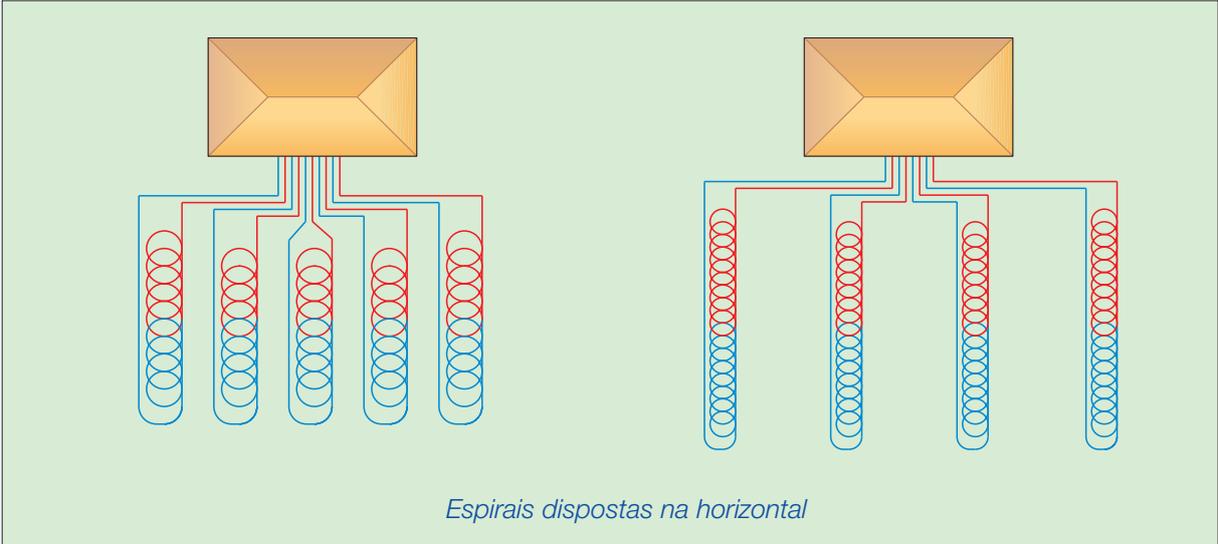
Tipo de subsolo	(W/m ²)
Terreno arenoso seco	9 – 13
Terreno arenoso húmido	13 – 17
Terreno argiloso seco	17 – 21
Terreno argiloso húmido	21 – 26
Terreno saturado de água	26 – 34



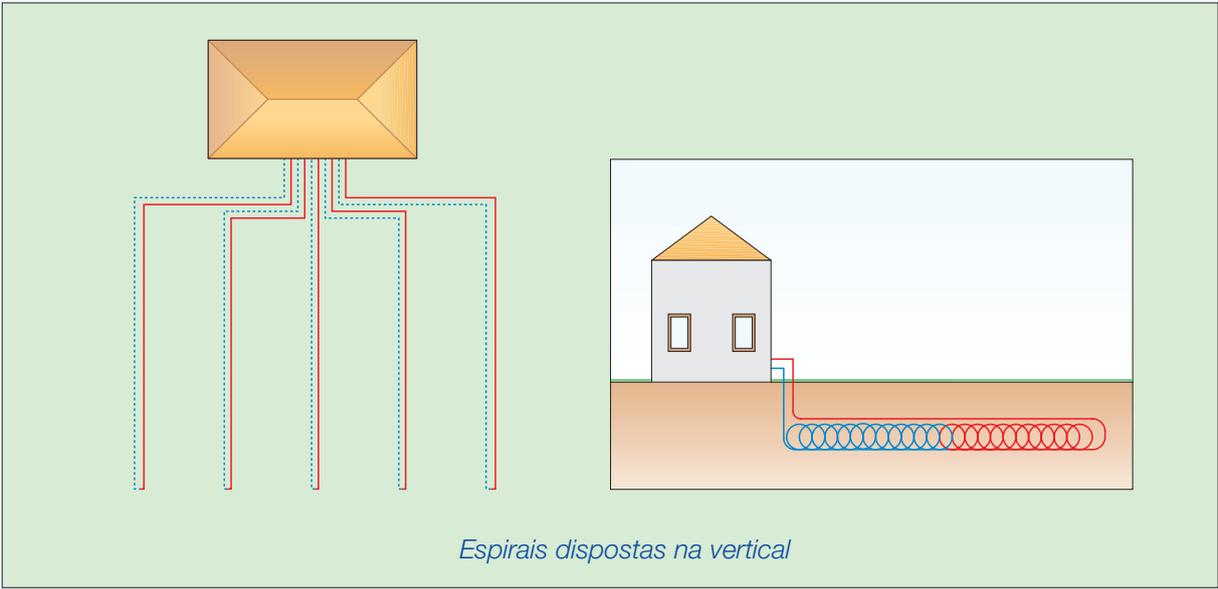
ESPIRAL COM PASSO = D/4

Rendimentos específicos aproximados da superfície de terreno

Tipo de subsolo	(W/m ²)
Terreno arenoso seco	10 – 15
Terreno arenoso húmido	15 – 20
Terreno argiloso seco	20 – 25
Terreno argiloso húmido	25 – 30
Terreno saturado de água	30 – 40



Espiraís dispostas na horizontal



Espiraís dispostas na vertical

PERMUTADORES EM CESTO

São concebidos com tubos em polietileno, fixos em armações de ferro ou de plástico. **O seu topo é geralmente colocado a uma profundidade de 1,5 m.**

São permutadores utilizados há apenas poucos anos, sobretudo na Suíça e na Alemanha. Porém, estão também a difundir-se noutros países, pois podem oferecer **ganhos de superfície** consideráveis, desde 30 a 50%, em relação aos permutadores até agora existentes.

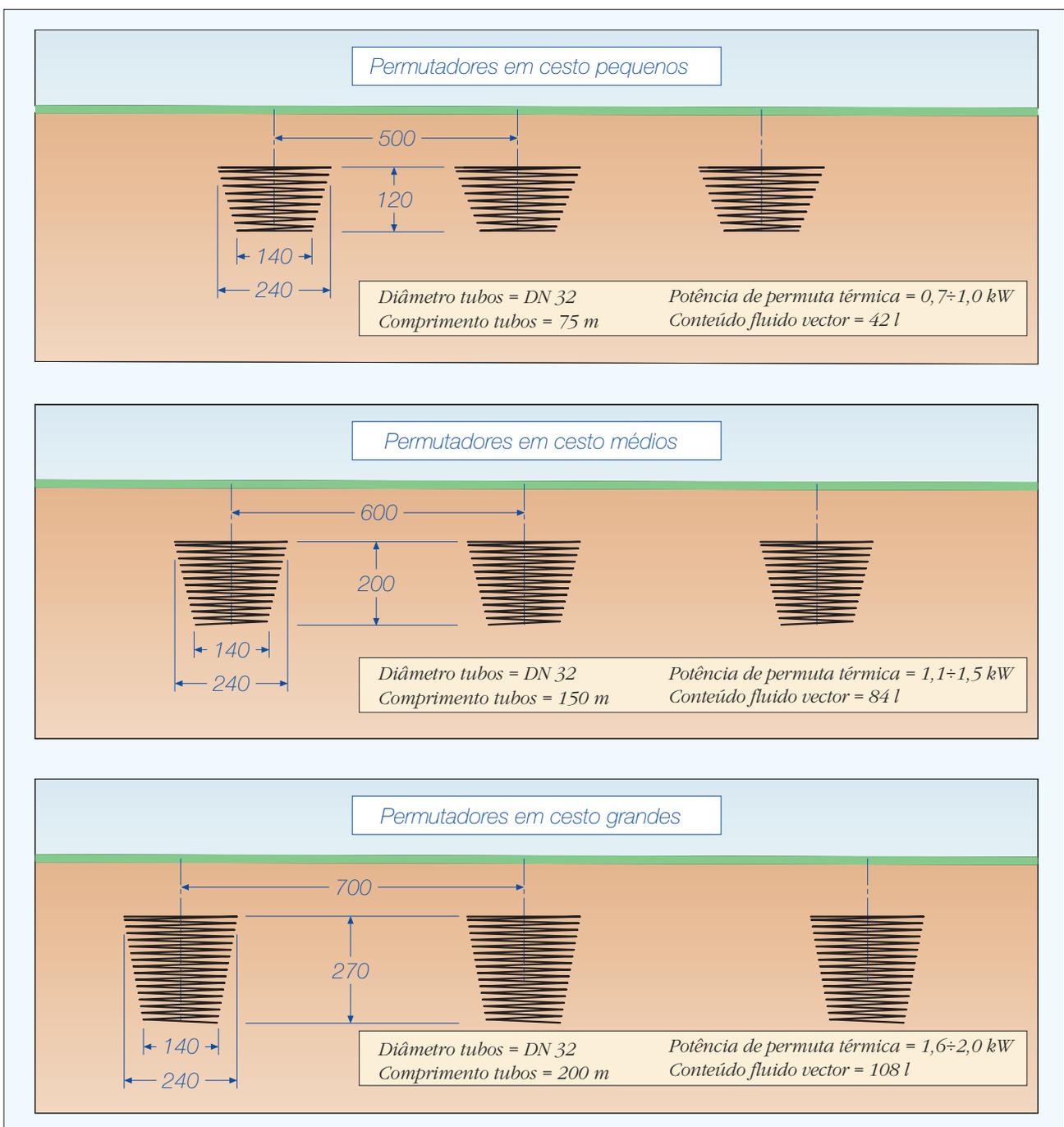
Devido à sua compactidade, os permutadores em cesto podem ser usados quer para **realizar novas**

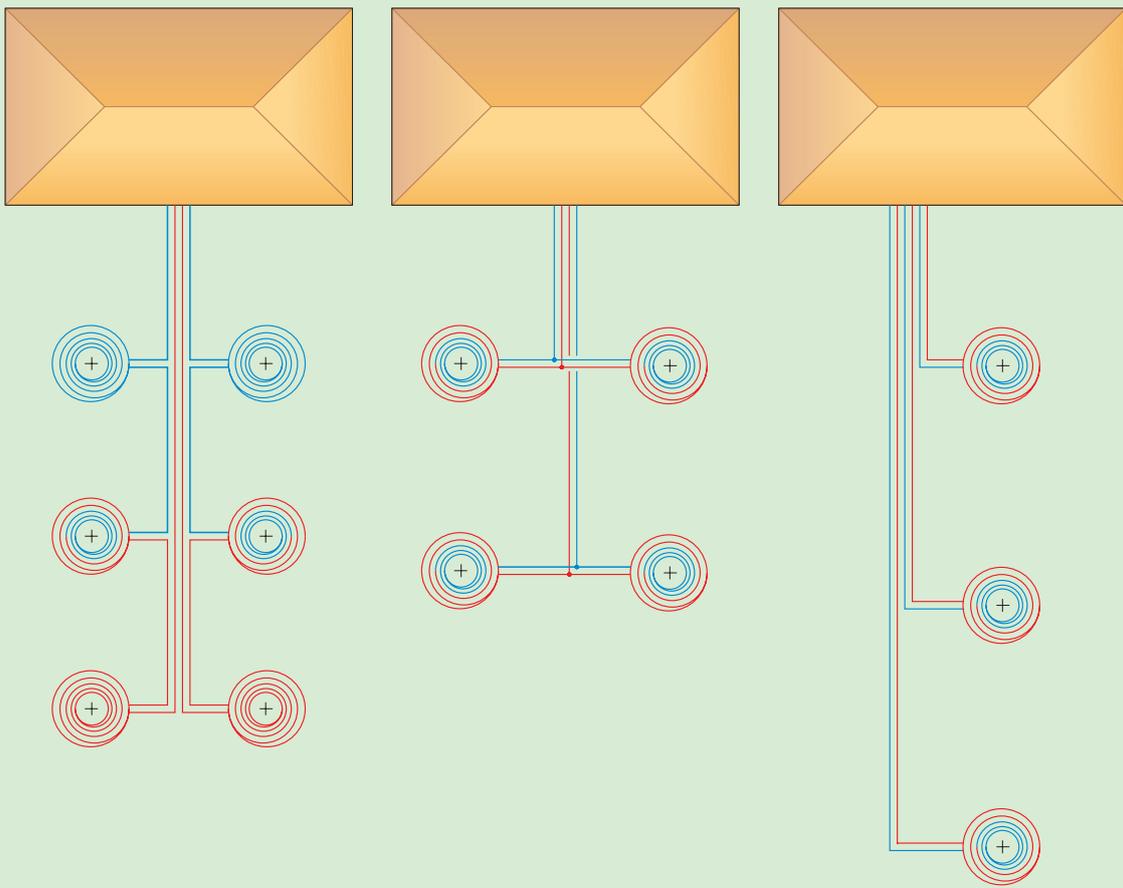
instalações, quer para integrar **instalações existentes subdimensionadas ou para reestruturar**, no caso em que tal comporte uma maior necessidade térmica.

Os cestos podem ter uma forma **cilíndrica ou cônica**, e podem ser pré-montados ou aplicados directamente na instalação.

Os cestos cônicos (consultar www.geothermie.ch) são normalmente concebidos nos três modelos básicos de seguida apresentados. As potências de permuta térmica indicadas dependem **do tipo de terreno e da sua humidade**.

Na pág. 20 indicam-se informações e notas para a fase de projecto destes permutadores, e dos respectivos circuitos de ligação às BDC.





*Permutadores pequenos
ligação em série*

*Permutadores médios
ligação em paralelo*

*Permutadores grandes
ligação a cada cesto*

PERMUTADORES DE PROFUNDIDADE MÉDIA

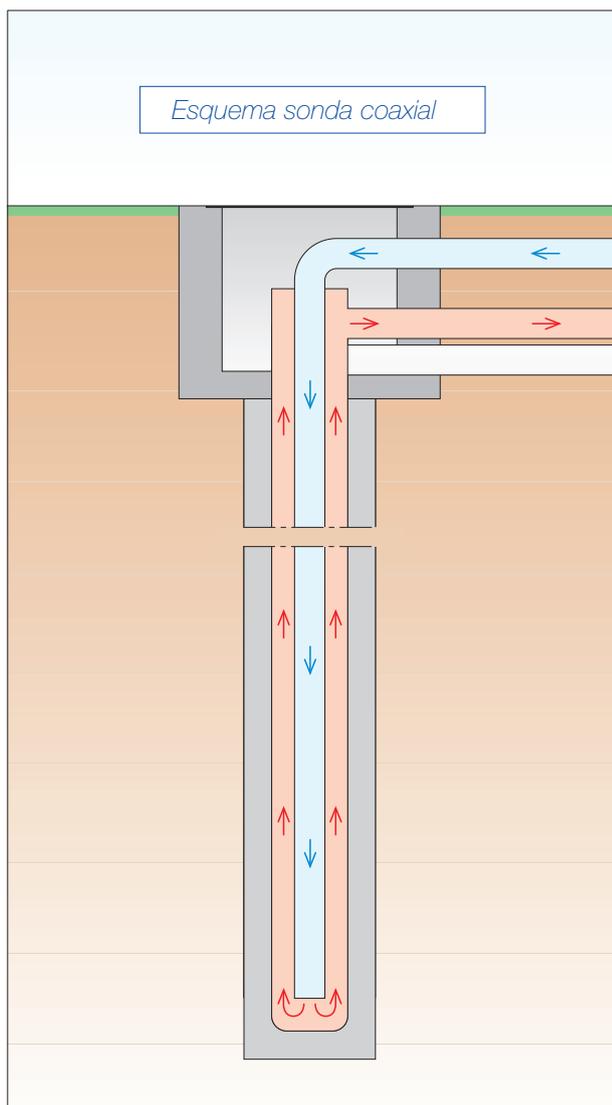
Podem ser concebidos com tubos metálicos ou em polietileno, instalados na vertical **até a uma profundidade de 25-30 m**.

Em alguns casos, podem representar uma alternativa válida a outros tipos de permutadores, sobretudo quando **as superfícies, que se utilizam para colocar a funcionar os permutadores de baixa profundidade, não são suficientes para captar do terreno o calor necessário**, ou quando **há dificuldades em obter as autorizações para instalar sondas profundas**.

Estes permutadores podem ser concebidos com **sondas de tipo coaxial** ou com **tubos imersos nos postes de fundação**.

SONDAS COAXIAIS

São essencialmente **concebidas com dois tubos coaxiais**: o tubo interno serve para conduzir o



fluido de retorno das BDC, e o externo comuta calor com o terreno.

Para aumentar a permuta térmica e proteger os lençóis de água, **as sondas coaxiais são colocadas a funcionar com um isolamento de cimento e bentonite**.

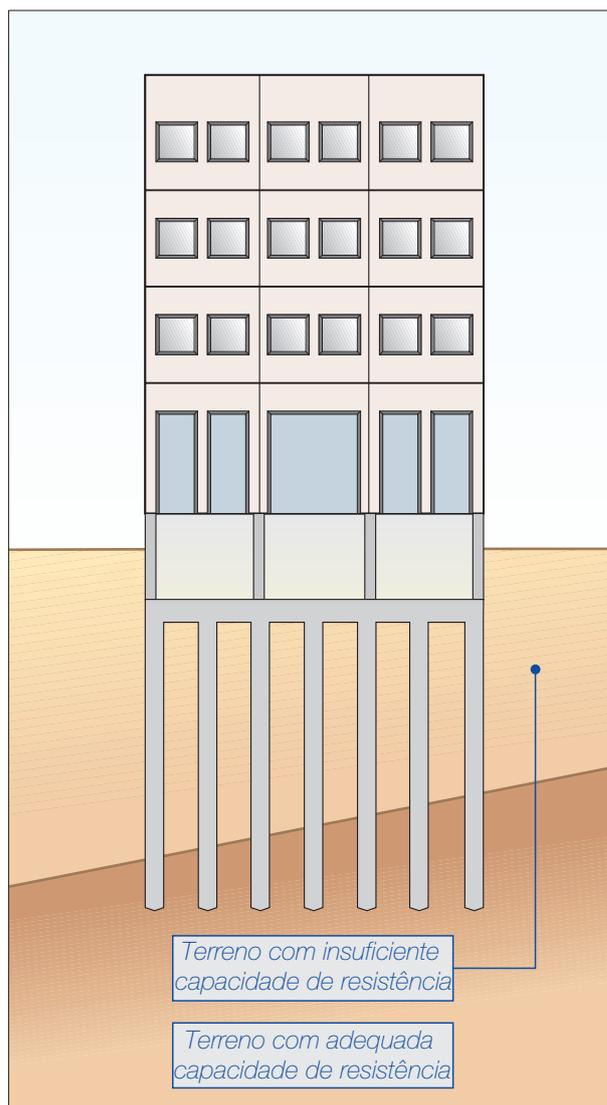
Nas versões mais desenvolvidas, as sondas são concebidas com **tubos externos em aço inoxidável e com tubos internos em polietileno de alta densidade**.

Os tubos externos em aço inoxidável evitam **corrosões** devidas a correntes vagantes, e permitem que as sondas ofereçam **uma boa resistência mecânica** às solicitações exercidas pelo terreno.

Os rendimentos térmicos destas sondas podem ser considerados iguais aos das sondas de alta profundidade, indicadas na tabela da pág. 19.

POSTES DE FUNDAÇÃO

São postes utilizados nos casos em que não é possível usar as fundações normais. Por exemplo,

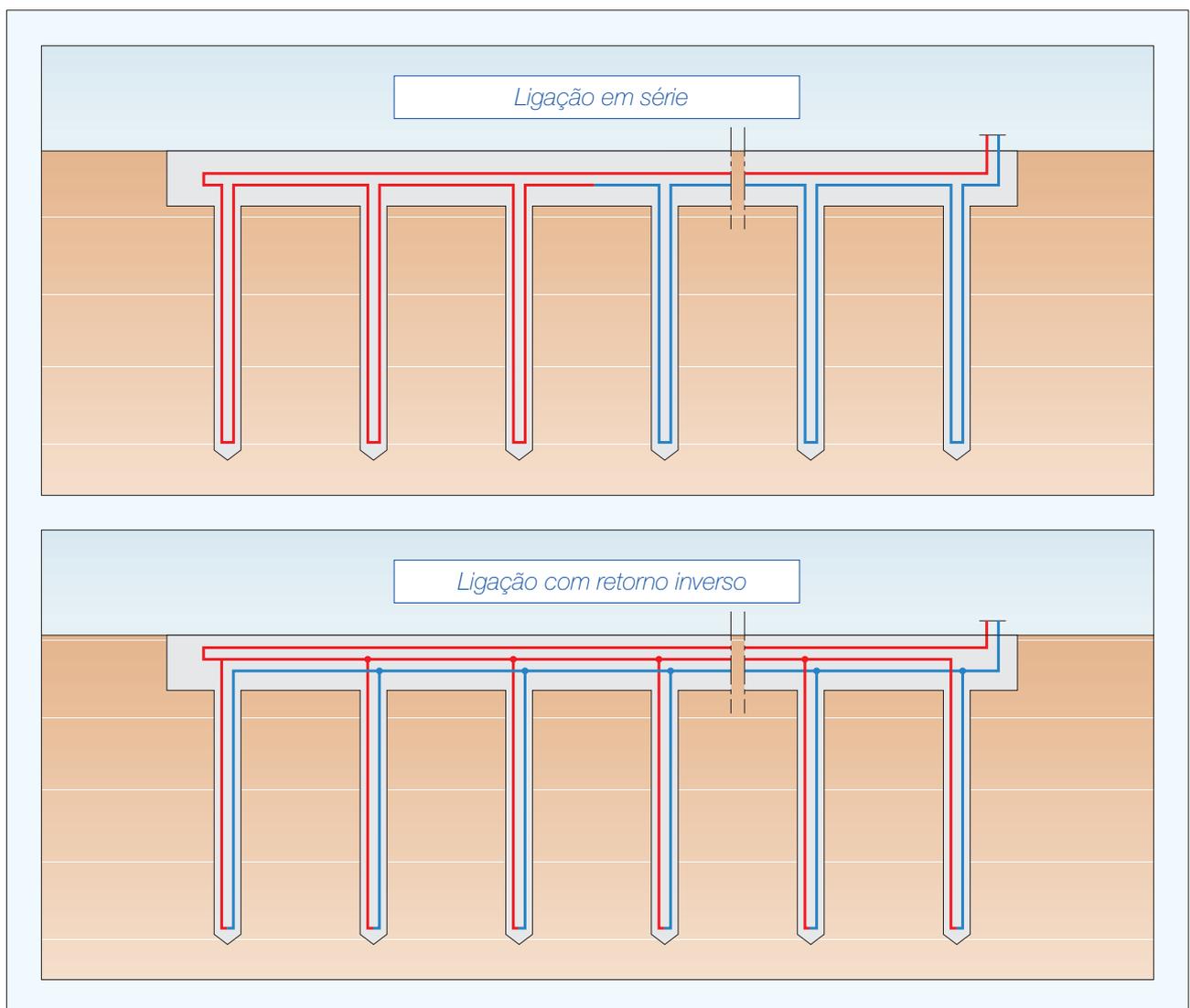
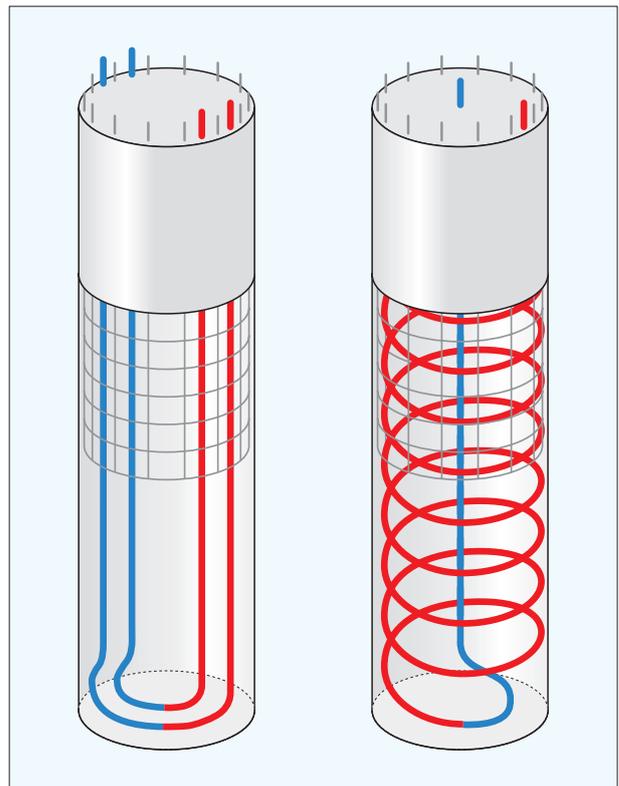


quando a superfície do terreno não é capaz de suportar a carga das obras previstas, ou quando o terreno fica exposto a fenômenos que modificam, periódica ou esporadicamente, as suas características físicas.

Para poderem ser utilizados como permutadores de calor com o terreno, **nos postes de fundação, são introduzidos tubos em U ou em espiral.** Os tubos são, depois, ligados às BDC com circuitos em série ou de tipo compensado com retorno inverso (consultar 1º Caderno Caleffi).

Esta é uma tecnologia simples e pouco dispendiosa, que também pode ser utilizada apenas numa parte dos postes, conforme as necessidades térmicas do edifício.

Os rendimentos térmicos dos postes de fundação com tubos em duplo U podem ser considerados iguais aos das sondas de alta profundidade, indicadas na tabela da pág. 19.



PERMUTADORES DE ALTA PROFUNDIDADE

Estes permutadores (chamados **sondas geotérmicas**) são concebidos com **tubos instalados na vertical até a uma profundidade de 100-120 m**, mas podem descer também **abaixo dos 200 m**.

Com a **profundidade aumenta o rendimento térmico das sondas**, já que **abaixo dos 20 m** (devido ao efeito do calor produzido pela terra) a **temperatura do subsolo cresce cerca de 3°C a cada 100 m**.

Estes permutadores são colocados em funcionamento em furos com um diâmetro que varia entre 100 e 150 mm.

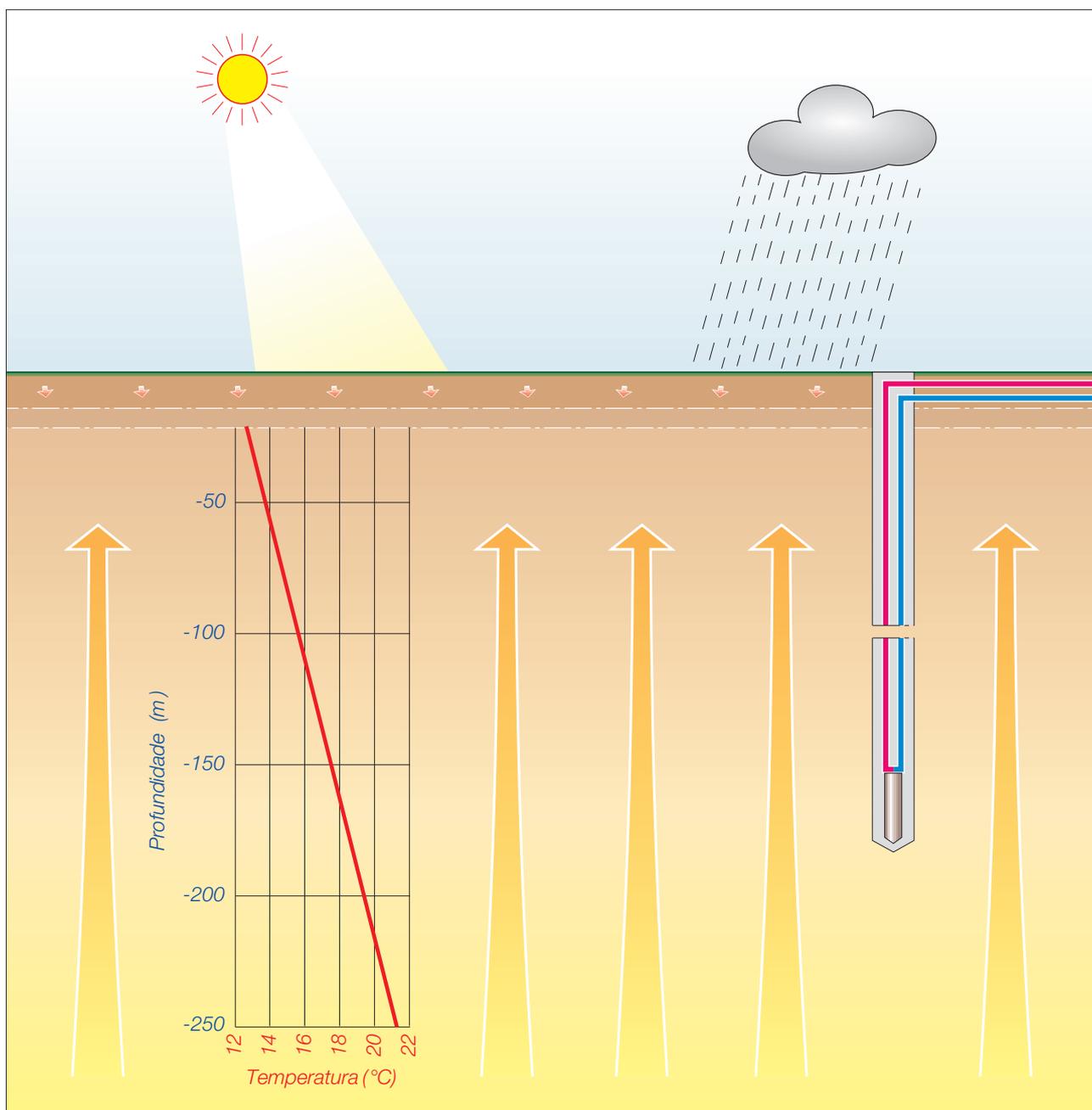
Nos furos são introduzidos **um ou dois circuitos em U**, concebidos com tubos em **PE-Xa**,

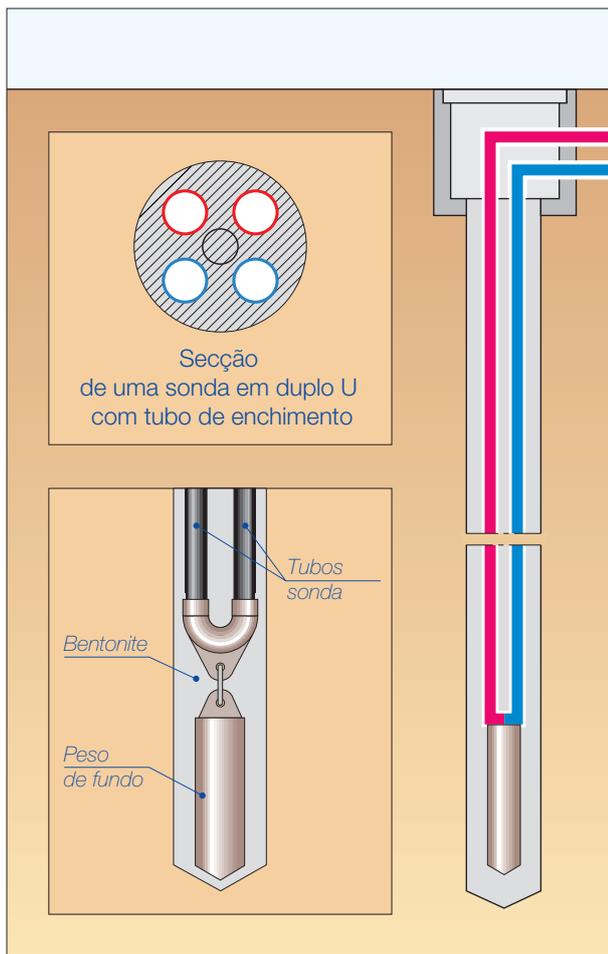
específicos para estas aplicações especialmente delicadas, dado que as profundidades em causa comportam pressões quer internas, quer de esmagamento, muito elevadas.

Para tornar mais fácil a introdução dos tubos nos furos, usam-se lastros de cerca de 15-20 Kg, constituídos por pesos a eliminar. Além disso, para manter as distâncias correctas entre os tubos, utilizam-se, a cada 7-8 m, separadores adequados.

O vazio entre as paredes dos furos e os tubos é ocupado com uma suspensão à base de cimento e substâncias inertes. A suspensão é injectada de baixo para cima, com a ajuda de um tubo suplementar introduzido no furo da sonda.

De modo a não provocar danos nas fundações, as sondas geotérmicas **devem ser colocadas a**





funcionar a distâncias mínimas do edifício de, pelo menos, 4-5 m.

Além disso, se estiverem previstas várias sondas, deve haver **entre elas distâncias não inferiores a 8 m, para evitar interferências térmicas**, isto é, para evitar que as sondas roubem calor umas às outras, diminuindo assim o seu rendimento térmico global.

A tabela, de seguida apresentada, segue as normas alemãs **VDI 4640** e indica os rendimentos das sondas geotérmicas em duplo U, em relação aos tipos de subsolo mais comuns.

Os rendimentos térmicos das sondas são dados em [W/m] e são determinados com base nas condições indicadas na própria tabela.

Na pág. 20 indicam-se informações e notas para a fase de projecto destes permutadores, e dos respectivos circuitos de ligação às BDC.

Nota:

Deve ser atentamente considerado o facto de que as intervenções quer de perfuração, quer de enchimento dos furos **podem contaminar gravemente o terreno e causar outras interferências** (sobretudo nos lençóis de água) **muito prejudiciais ao estado do subsolo**. Portanto, as intervenções **devem ser realizadas, respeitando rigorosamente as normas em vigor e apenas por empresas autorizadas por lei**.

Rendimentos térmicos específicos para sondas geotérmicas

Tipo de subsolo	Condutibilidade térmica (W/mK)	Potência extraível (W/m)	
		1800 horas	2400 horas
Valores-guia gerais:			
Subsolo pobre (sedimento seco)	< 1,5	25	20
Rochas e terrenos desfeitos saturados de água	1,5-3,0	60	50
Rochas de alta condutibilidade térmica	> 3,0	84	70
Tipologia rocha/terreno:			
Saibro, areia seca	0,4	< 25	< 20
Saibro, areia, saturados de água	1,8-2,4	65-80	55-65
Argila, limo húmido	1,7	35-50	30-40
Calcário (maciço)	2,8	55-70	45-60
Arenito	2,3	65-80	55-65
Migmatito silicioso (por exemplo, granito)	3,4	65-85	55-70
Migmatito básico (por exemplo, basalto)	1,7	40-65	35-55
Gnaisse	2,9	70-85	60-70

- extracção de apenas calor
- o comprimento de cada sonda deve estar compreendido entre 40 e 100 m
- a distância mais pequena entre duas sondas geotérmicas deve ser:
 - de, pelo menos, 5 m para os comprimentos do furo do permutador de calor de 40 a 50 m
 - de, pelo menos 6 m, para os comprimentos do furo do permutador de calor > de 50 m a 100 m
- sondas geotérmicas com tubos em duplo U com DN 20, 25 ou DN 32 ou sondas coaxiais com um diâmetro mínimo de 60 mm
- não aplicável para uma alta concentração de sondas numa zona limitada

CIRCUITOS DE LIGAÇÃO ENTRE PERMUTADORES DE CALOR E BDC

Os circuitos que ligam entre si os permutadores de calor, que captam calor do terreno, e as BDC podem ser assim projectados e realizados:

FASE DE PROJECTO

Pode proceder-se segundo as fases e os procedimentos de seguida especificados:

Fase 1

Calcula-se o calor que pode ser captado do terreno (Q_{ter}), com base na potência térmica requerida pela instalação e o COP de projecto da BDC.

Fase 2

Efectua-se o dimensionamento dos permutadores:

- **permutadores em serpentinas e em caracol**
calcula-se a sua superfície total, dividindo Q_{ter} pelo rendimento térmico específico (W/m^2) entre terreno e tubos; calcula-se, depois, o comprimento total dos tubos com base no entre-eixos escolhido (geralmente 0,4 m).
- **permutadores em anel**
calcula-se o comprimento total dos seus tubos, dividindo Q_{ter} pelo rendimento térmico específico linear (W/m) entre terreno e tubos.
- **permutadores em espiral**
calcula-se a sua superfície total, dividindo Q_{ter} pelo rendimento térmico específico (W/m^2) entre terreno e tubos; calcula-se, depois, o comprimento total dos tubos com base no passo e no diâmetro das espirais.
- **permutadores em cesto**
calcula-se o seu número, dividindo Q_{ter} pelo rendimento térmico nominal dos cestos; calcula-se, depois, o comprimento total dos tubos com base no comprimento dos tubos de cada cesto.
- **permutadores com sondas geotérmicas**
calcula-se o comprimento das sondas, dividindo Q_{ter} pelo seu rendimento térmico específico linear (W/m); calcula-se, depois, o comprimento total dos tubos com base no tipo de sondas (a 2 ou 4 tubos).

Fase 3

Dimensionam-se os permutadores e os circuitos de ligação às BDC, com base em dois parâmetros-guia: o salto térmico e as perdas de carga.

Geralmente, como salto térmico, é conveniente considerar valores compreendidos entre 3 e 5°C.

Para as perdas de carga (sem as perdas de carga internas das BDC) aconselha-se, por sua vez, a assumir os seguintes valores:

- 1.500 – 2.000 mm c.a. em instalações médio-pequenas,
- 3.500 – 4.000 mm c.a. em grandes instalações.

Ao determinar as perdas de carga nos circuitos, devem ser consideradas quer as temperaturas de trabalho do fluido vector, quer a maior resistência ao fluxo oferecida pelo uso de substâncias anti-gelo (consultar 1º Caderno Caleffi).

FLUIDO TERMOVECTOR

É constituído por uma mistura de água e por um agente anti-gelo, cuja função é garantir um ponto de congelação da mistura inferior a 7–8°C, relativamente à temperatura mínima de trabalho da bomba. Normalmente, por motivos de segurança, garante-se a não congelação da mistura até aos -20°C.

O anti-gelo ideal deveria ser: não tóxico, não inflamável, com baixo impacto ambiental, não corrosivo, estável, com boas características de permuta térmica e económico.

O anti-gelo mais utilizado na Europa é o glicol propilénico. As normas VDI 4640 aconselham como fluidos anti-gelo o glicol propilénico ($C_3H_8O_2$) e o glicol etilénico ($C_2H_6O_2$).

Nos Estados Unidos da América e no Canadá são também utilizadas as soluções salinas (muito corrosivas) e o metanol (tóxico e inflamável em elevadas concentrações).

COMPONENTES PRINCIPAIS

Estes são os componentes principais com os quais foram concebidos os circuitos em análise:

Tubos

São geralmente utilizados tubos em plástico, como por exemplo, o polietileno (PE), o polipropileno (PP) e o polibutileno (PB).

Para instalações a baixa profundidade (permutadores e circuitos de ligação), é conveniente prever a colocação de fitas de sinalização capazes de limitar o perigo de rupturas ocasionais, e, assim, de eventuais dispersões, no subsolo, do anti-gelo contido nos tubos.

Bombas de circulação

Devem ser capazes de garantir as funções previstas, mesmo a baixas temperaturas. Por segurança, é conveniente escolher bombas que funcionem até aos -25°C.

Vasos de expansão

Servem para limitar as sobrepressões devidas às variações volumétricas do fluido, iguais a cerca de 0,8–1,0% em relação ao volume do circuito.

Válvulas de segurança

A sua função é proteger a instalação de possíveis sobrepressões, sobretudo durante a fase de enchimento ou de renovação do fluido.

Manómetros

Servem para verificar a pressão da instalação durante a fase de enchimento e de funcionamento.

Termómetros

Servem para controlar a temperatura do fluido na entrada e na saída das BDC.

Purgadores de ar

Servem para retirar o ar da instalação e, assim, evitar (1) situações de ruído e de desgaste das bombas de circulação, e (2) uma reduzida capacidade de permuta das BDC.

Separadores de sujidade

São úteis, sobretudo, para evitar a acumulação de impurezas no evaporador, e também um menor rendimento térmico das BDC.

Pressóstatos de mínima

Servem para proteger os circuitos frigoríficos das BDC no caso de perdas nos circuitos geotérmicos. Em tal caso, para limitar a poluição do terreno, podem também activar alarmes ópticos ou sonoros.

Pressóstatos de segurança

Servem para interromper o funcionamento das BDC em caso de sobrepressões devidas a eventuais sobreaquecimentos.

Fluxóstatos

Servem para proteger os circuitos internos das BDC em caso de circulação insuficiente nos circuitos geotérmicos, devido, por exemplo, a obstruções ou ao bloqueio das bombas de circulação.

Juntas anti-vibratórias

Servem para evitar a transmissão de vibrações das BDC para os circuitos das instalações.

Colectores de distribuição

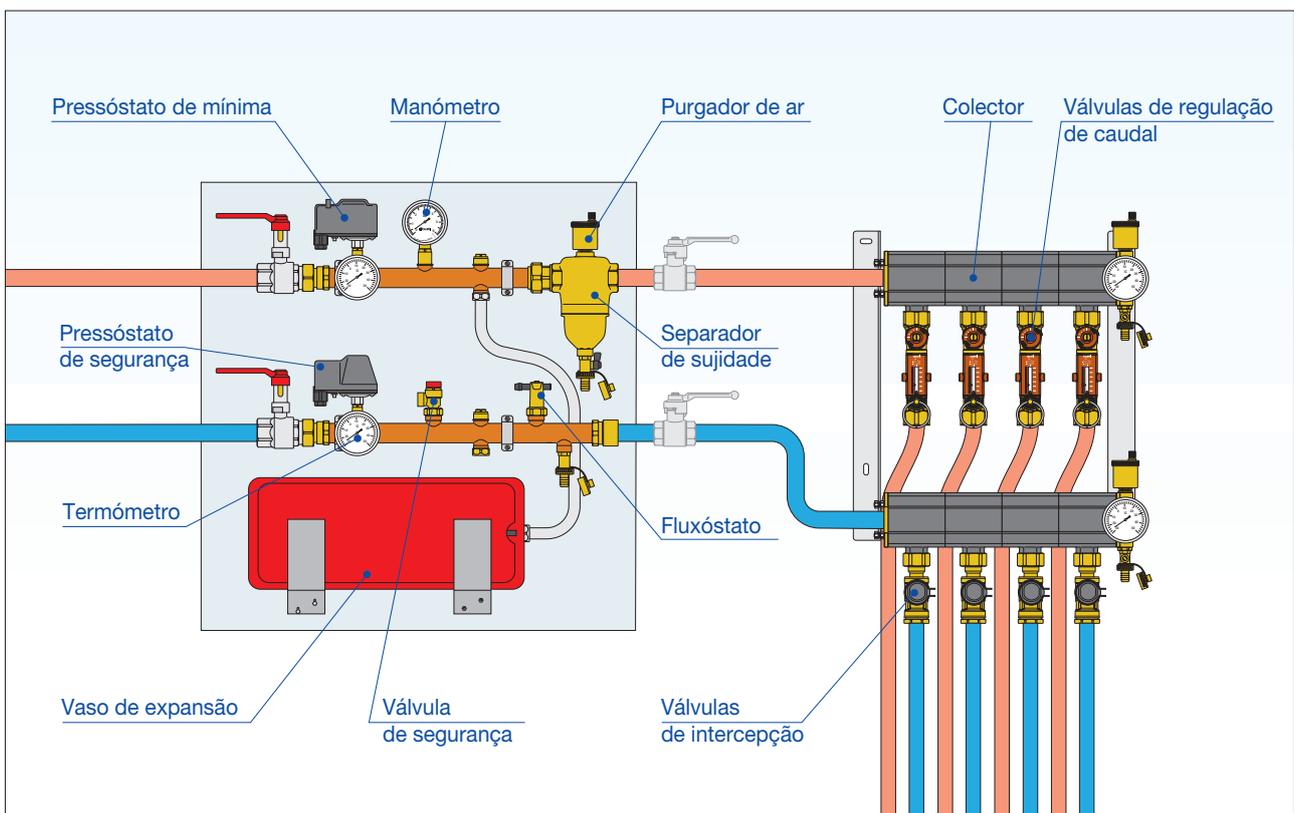
Devem ter baixas perdas de carga e devem estar protegidos contra a formação de condensação com câmaras de ar ou com um isolamento adequado.

Válvulas de intercepção

Servem para seccionar individualmente os vários circuitos geotérmicos: operação necessária, sobretudo, no caso de eventuais perdas.

Válvulas de regulação de caudal

Servem para regular os caudais dos circuitos e dos sub-circuitos geotérmicos, com base nos valores necessários para poder assegurar o funcionamento correcto das BDC.



ARREFECIMENTO NO VERÃO

Tal como já indicado, as instalações geotérmicas **podem ser utilizadas não só para aquecer, mas também para arrefecer**: função esta que, geralmente, deve ser combinada com a desumidificação dos ambientes.

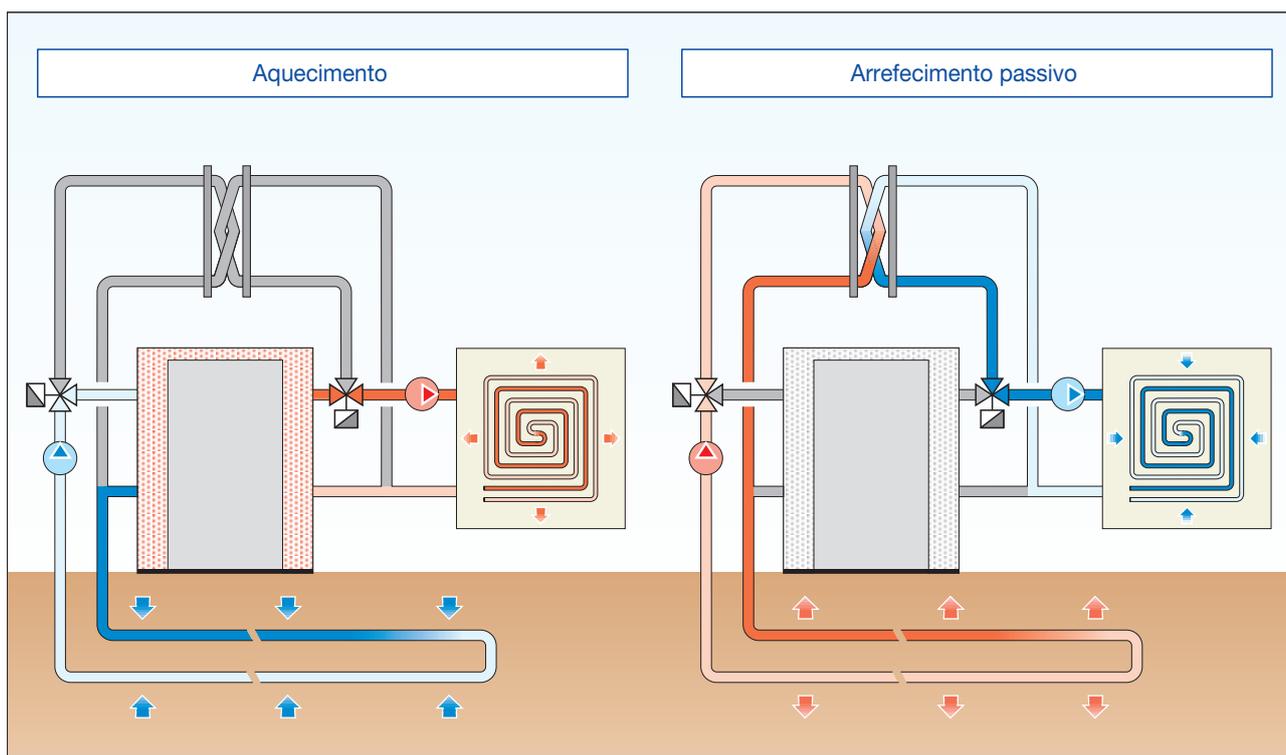
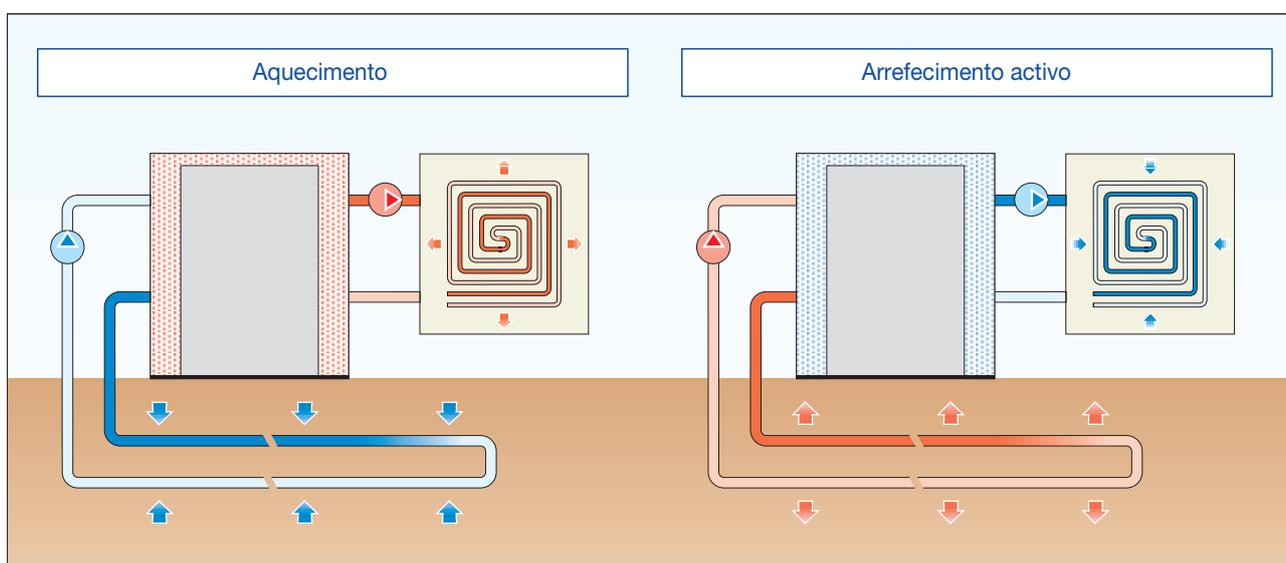
O arrefecimento pode ser de tipo **activo** ou **passivo**.

O **arrefecimento activo** utiliza as BDC (no ciclo de Verão) **para conduzir o fluido que serve os terminais** (chão radiante, ventiloconectores ou unidades de tratamento de ar) **até à temperatura desejada**.

O **arrefecimento passivo**, pelo contrário, **não utiliza as BDC**. Para baixar a temperatura do fluido que serve os terminais, é directamente **utilizado** (com um permutador entreposto) **o fluido geotérmico**.

Nesta fase, a função das BDC é apenas a de produzir água quente sanitária.

É, sem dúvida, este último o tipo de arrefecimento mais ecológico e económico.





A ENERGIA SOB OS NOSSOS PÉS



COMPONENTES PARA INSTALAÇÕES COM BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

Colector de distribuição e dispositivos de intercepção e balanceamento

- Projectado especificamente para as temperaturas e os caudais característicos das instalações geotérmicas
- Componível e reversível para adaptar-se à posição das sondas relativamente à bomba de calor
- Válvula de balanceamento e caudalímetro com bóia para regulação e visualização constante do caudal
- Sistema de balanceamento inovador com medidor electrónico de caudal combinado com sensor de efeito Vortex
- Instrumentos e acessórios para a protecção e o funcionamento correcto da bomba de calor



www.caleffi.pt



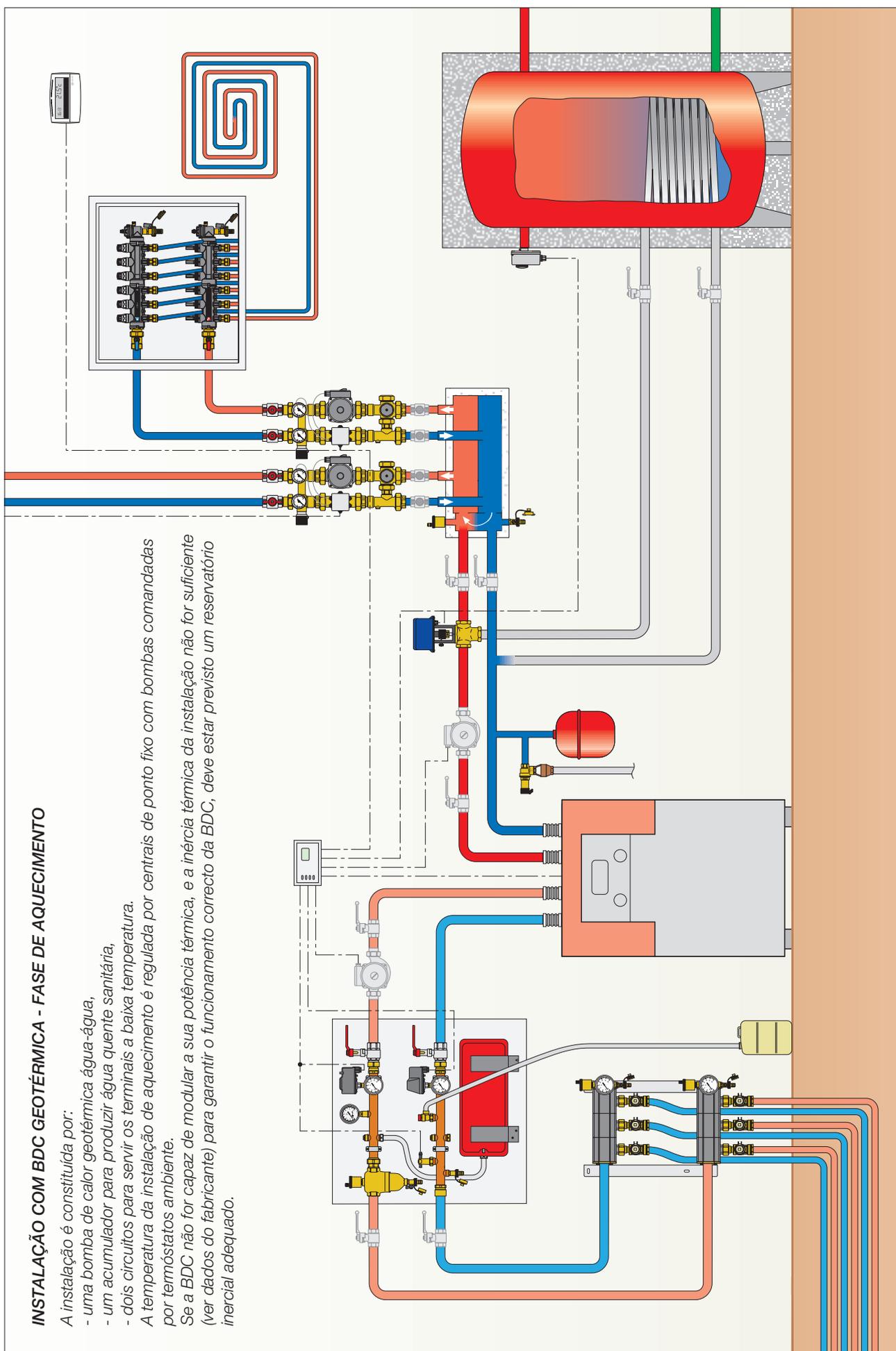
INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA - FASE DE AQUECIMENTO

A instalação é constituída por:

- uma bomba de calor geotérmica água-água,
- um acumulador para produzir água quente sanitária,
- dois circuitos para servir os terminais a baixa temperatura.

A temperatura da instalação de aquecimento é regulada por centrais de ponto fixo com bombas comandadas por termostatos ambiente.

Se a BDC não for capaz de modular a sua potência térmica, e a inércia térmica da instalação não for suficiente (ver dados do fabricante) para garantir o funcionamento correcto da BDC, deve estar previsto um reservatório inercial adequado.



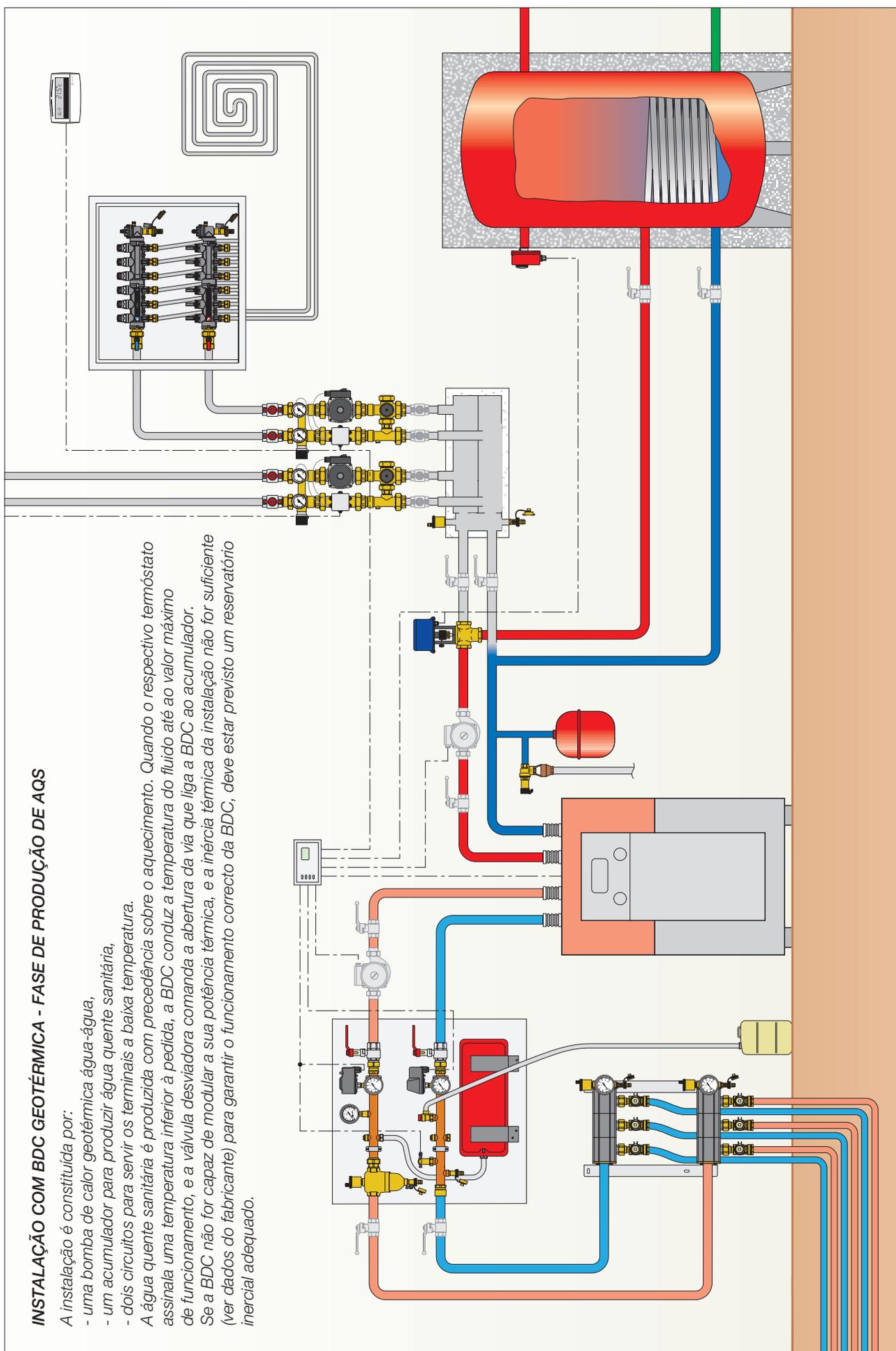
INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA - FASE DE PRODUÇÃO DE AQ

A instalação é constituída por:

- uma bomba de calor geotérmica água-água,
- um acumulador para produzir água quente sanitária,
- dois circuitos para servir os terminais a baixa temperatura.

A água quente sanitária é produzida com precedência sobre o aquecimento. Quando o respetivo termostato assinala uma temperatura inferior à pedida, a BDC conduz a temperatura do fluido até ao valor máximo de funcionamento, e a válvula desviadora comanda a abertura da via que liga a BDC ao acumulador.

Se a BDC não for capaz de modular a sua potência térmica, e a inércia térmica da instalação não for suficiente (ver dados do fabricante) para garantir o funcionamento correcto da BDC, deve estar previsto um reservatório inercial adequado.



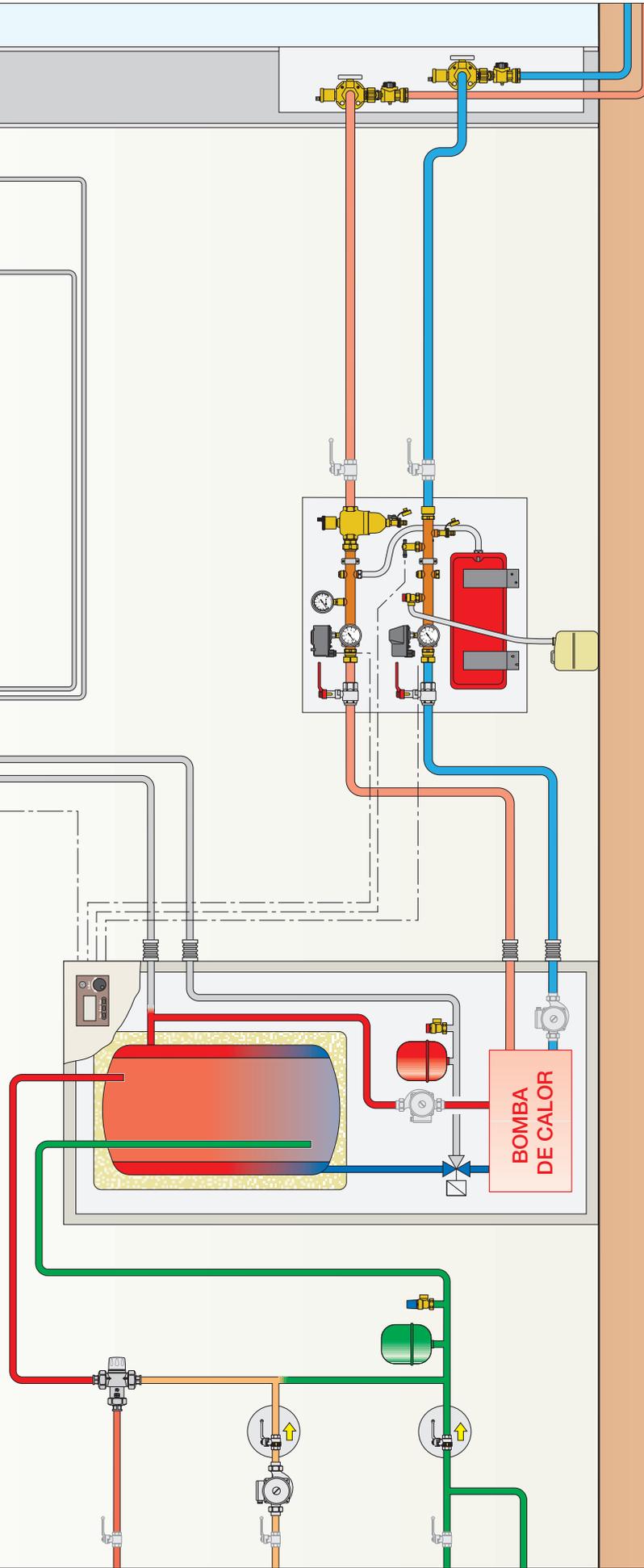
INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA COMBINADA - FASE DE PRODUÇÃO DE AQS

A instalação é constituída por uma BDC monobloco, onde estão colocados:

- um acumulador,
- um circulador para os permutadores de calor externos,
- um circulador para os terminais e o acumulador,
- uma válvula desviadora de três vias.

A circulação do fluido que serve para a produção de AQS é activada por uma sonda interna.

Se a BDC não for capaz de modular a sua potência térmica, e a inércia térmica da instalação não for suficiente (ver dados do fabricante) para garantir o funcionamento correcto da BDC, deve estar previsto um reservatório inercial adequado.



INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA REVERSÍVEL AQUECIMENTO E PRODUÇÃO DE AQS

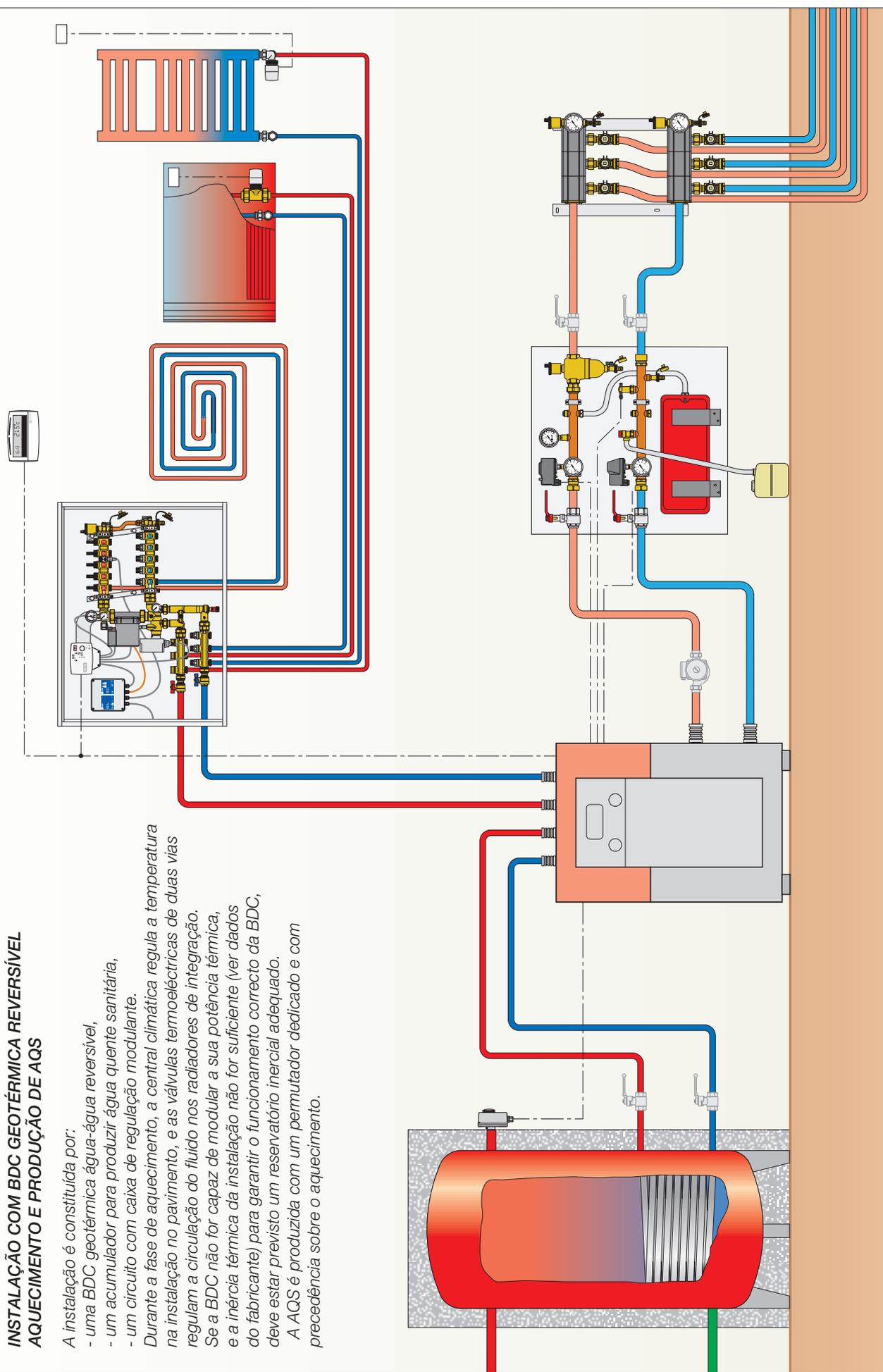
A instalação é constituída por:

- uma BDC geotérmica água-água reversível,
- um acumulador para produzir água quente sanitária,
- um circuito com caixa de regulação modulante.

Durante a fase de aquecimento, a central climática regula a temperatura na instalação no pavimento, e as válvulas termoelectricas de duas vias regulam a circulação do fluido nos radiadores de integração.

Se a BDC não for capaz de modular a sua potência térmica, e a inércia térmica da instalação não for suficiente (ver dados do fabricante) para garantir o funcionamento correcto da BDC, deve estar previsto um reservatório inercial adequado.

A AQS é produzida com um permutador dedicado e com precedência sobre o aquecimento.



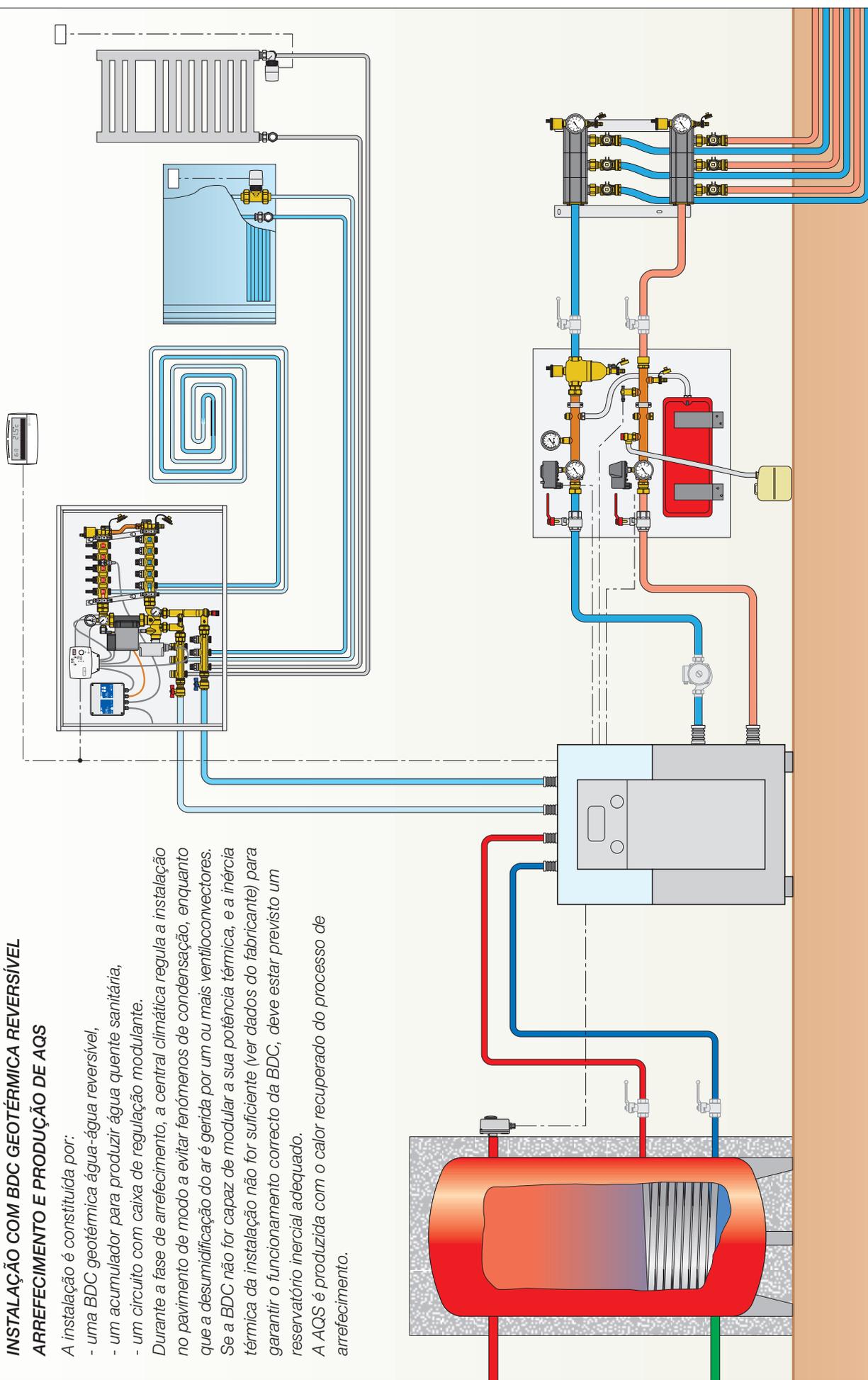
INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA REVERSÍVEL ARREFECIMENTO E PRODUÇÃO DE AQ5

A instalação é constituída por:

- uma BDC geotérmica água-água reversível,
- um acumulador para produzir água quente sanitária,
- um circuito com caixa de regulação modular.

Durante a fase de arrefecimento, a central climática regula a instalação no pavimento de modo a evitar fenómenos de condensação, enquanto que a desumidificação do ar é gerida por um ou mais ventiloconectores. Se a BDC não for capaz de modular a sua potência térmica, e a inércia térmica da instalação não for suficiente (ver dados do fabricante) para garantir o funcionamento correcto da BDC, deve estar previsto um reservatório inercial adequado.

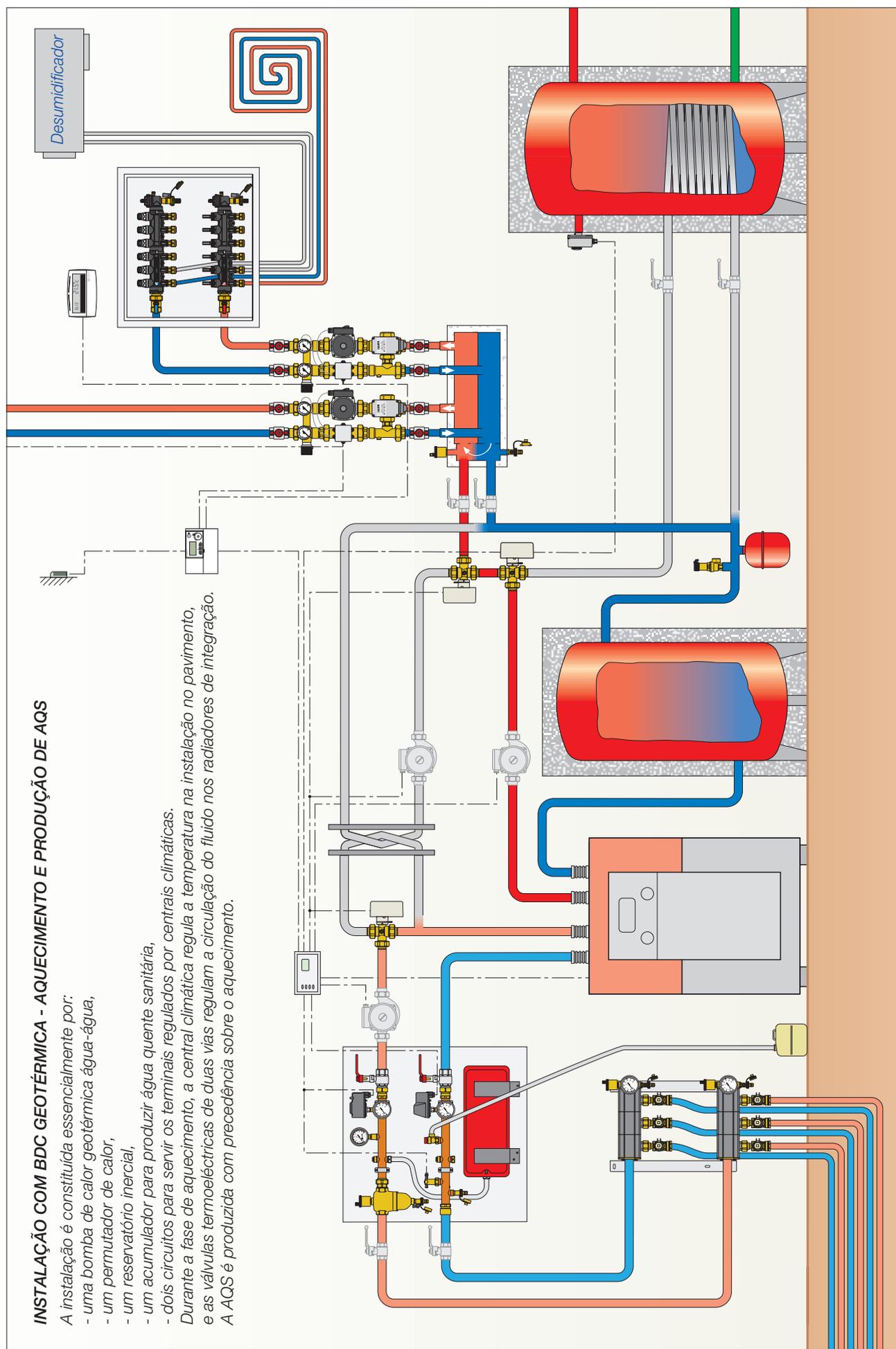
A AQ5 é produzida com o calor recuperado do processo de arrefecimento.



INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA - AQUECIMENTO E PRODUÇÃO DE AQS

A instalação é constituída essencialmente por:

- uma bomba de calor geotérmica água-água,
 - um permutador de calor,
 - um reservatório inercial,
 - um acumulador para produzir água quente sanitária,
 - dois circuitos para servir os terminais regulados por centrais climáticas.
- Durante a fase de aquecimento, a central climática regula a temperatura na instalação no pavimento, e as válvulas termoelectricas de duas vias regulam a circulação do fluido nos radiadores de integração. A AQS é produzida com precedência sobre o aquecimento.

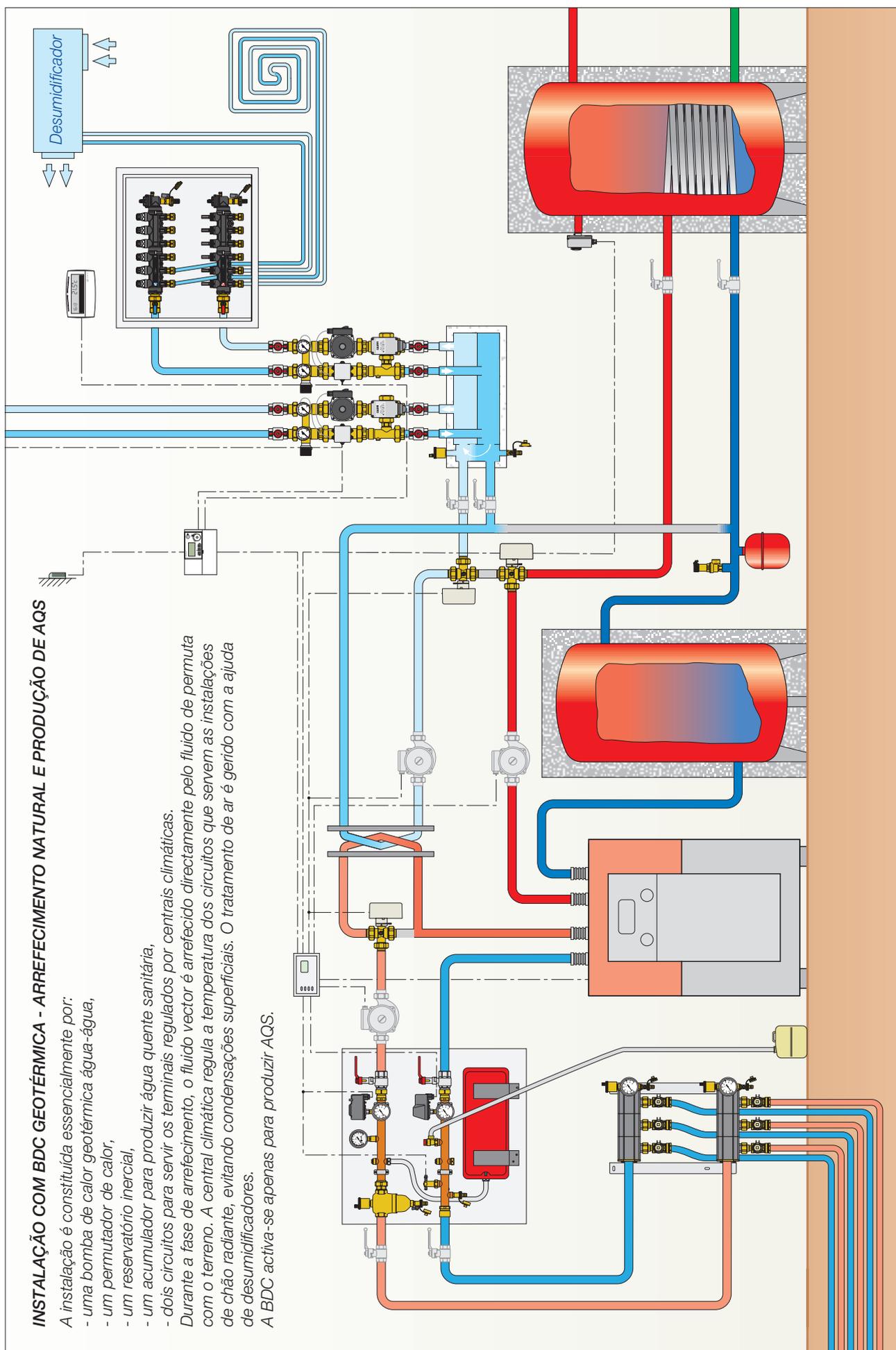


INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA - ARREFECIMENTO NATURAL E PRODUÇÃO DE AQS

A instalação é constituída essencialmente por:

- uma bomba de calor geotérmica água-água,
 - um permutador de calor,
 - um reservatório inercial,
 - um acumulador para produzir água quente sanitária,
 - dois circuitos para servir os terminais regulados por centrais climáticas.
- Durante a fase de arrefecimento, o fluido vector é arrefecido directamente pelo fluido de permuta com o terreno. A central climática regula a temperatura dos circuitos que servem as instalações de chão radiante, evitando condensações superficiais. O tratamento de ar é gerido com a ajuda de desumidificadores.

A BDC activa-se apenas para produzir AQS.

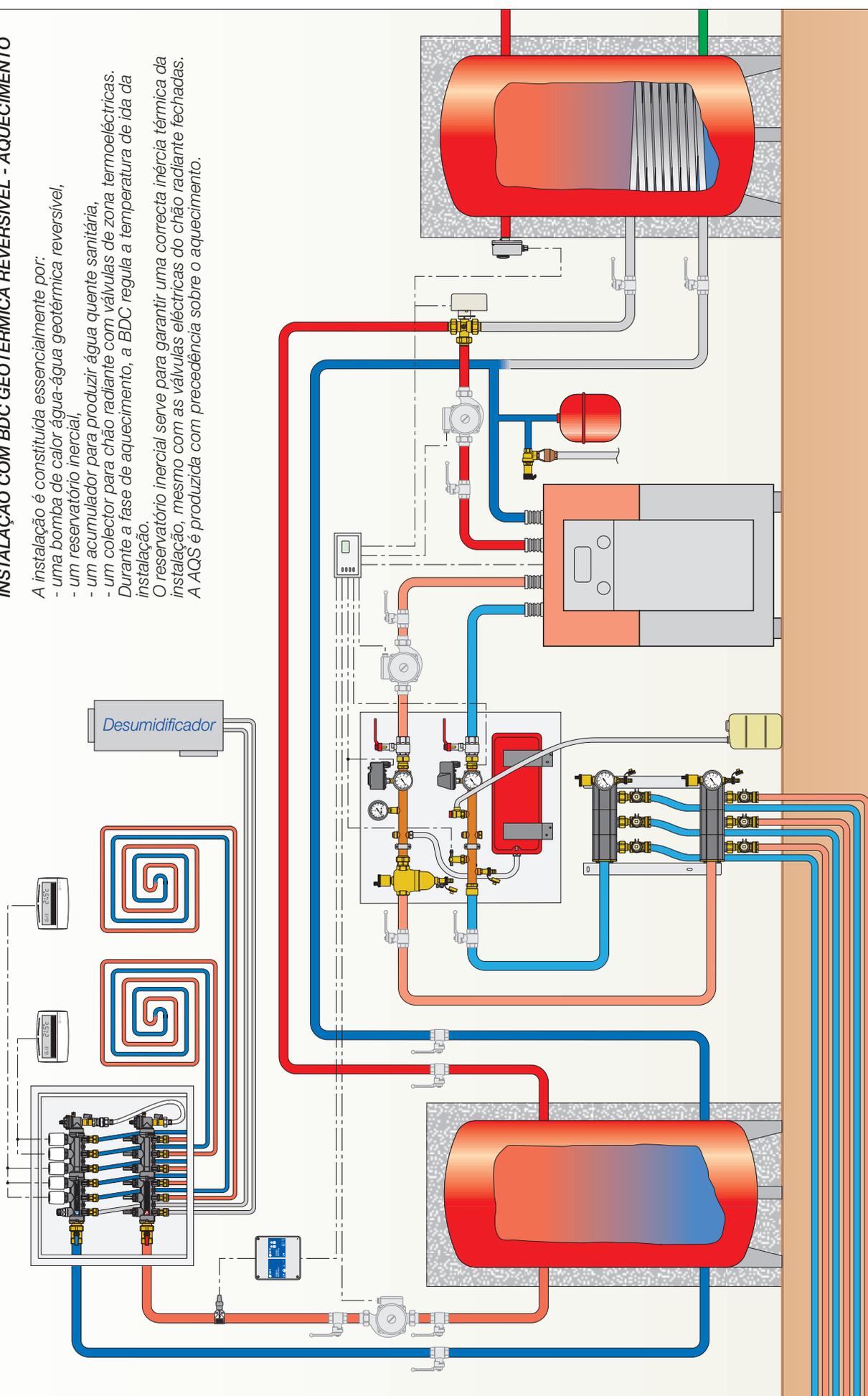


INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA REVERSÍVEL - AQUECIMENTO

A instalação é constituída essencialmente por:

- uma bomba de calor água-água geotérmica reversível,
 - um reservatório inercial,
 - um acumulador para produzir água quente sanitária,
 - um colector para chão radiante com válvulas de zona termoelectricas.
- Durante a fase de aquecimento, a BDC regula a temperatura de ida da instalação.

O reservatório inercial serve para garantir uma correcta inércia térmica da instalação, mesmo com as válvulas eléctricas do chão radiante fechadas. A AQS é produzida com precedência sobre o aquecimento.



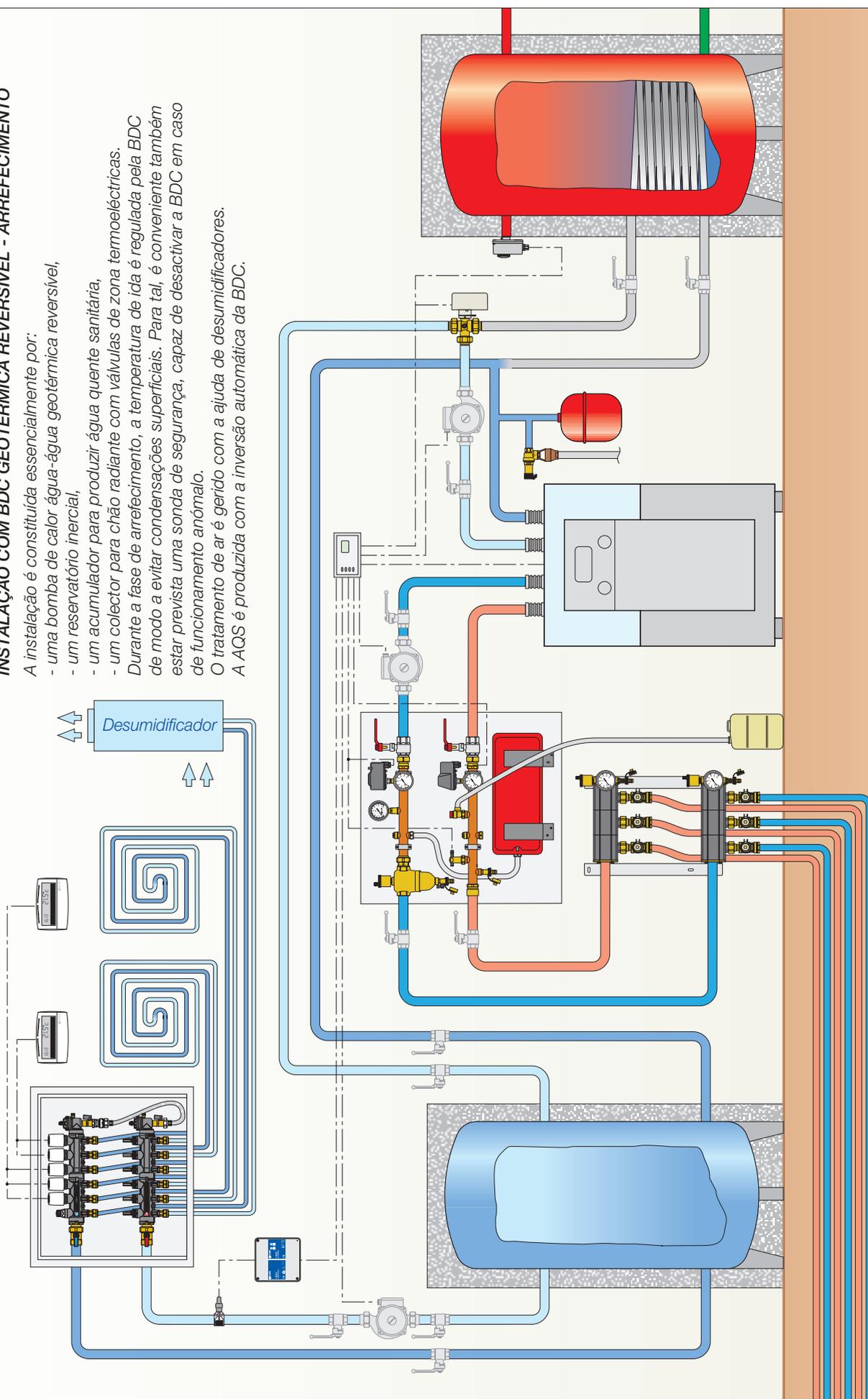
INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA REVERSÍVEL - ARREFECIMENTO

A instalação é constituída essencialmente por:

- uma bomba de calor água-água geotérmica reversível,
 - um reservatório inercial,
 - um acumulador para produzir água quente sanitária,
 - um coletor para chão radiante com válvulas de zona termoelectricas.
- Durante a fase de arrefecimento, a temperatura de ida é regulada pela BDC de modo a evitar condensações superficiais. Para tal, é conveniente também estar prevista uma sonda de segurança, capaz de desactivar a BDC em caso de funcionamento anómalo.

O tratamento de ar é gerido com a ajuda de desumidificadores.

A AQS é produzida com a inversão automática da BDC.



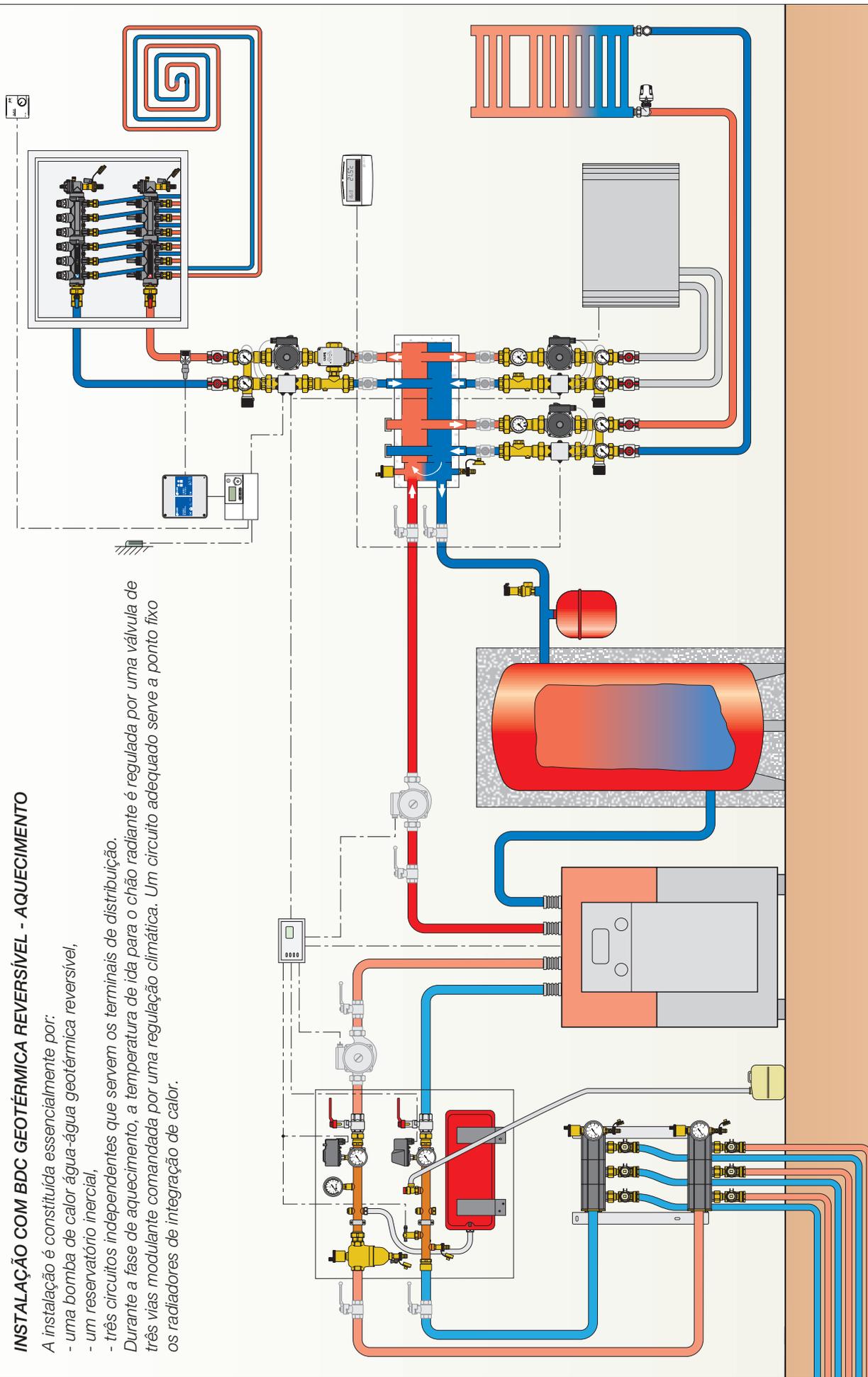
INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA REVERSÍVEL - AQUECIMENTO

A instalação é constituída essencialmente por:

- uma bomba de calor água-água geotérmica reversível,
- um reservatório inercial,

- três circuitos independentes que servem os terminais de distribuição.

Durante a fase de aquecimento, a temperatura de ida para o chão radiante é regulada por uma válvula de três vias modulante comandada por uma regulação climática. Um circuito adequado serve a ponto fixo os radiadores de integração de calor.



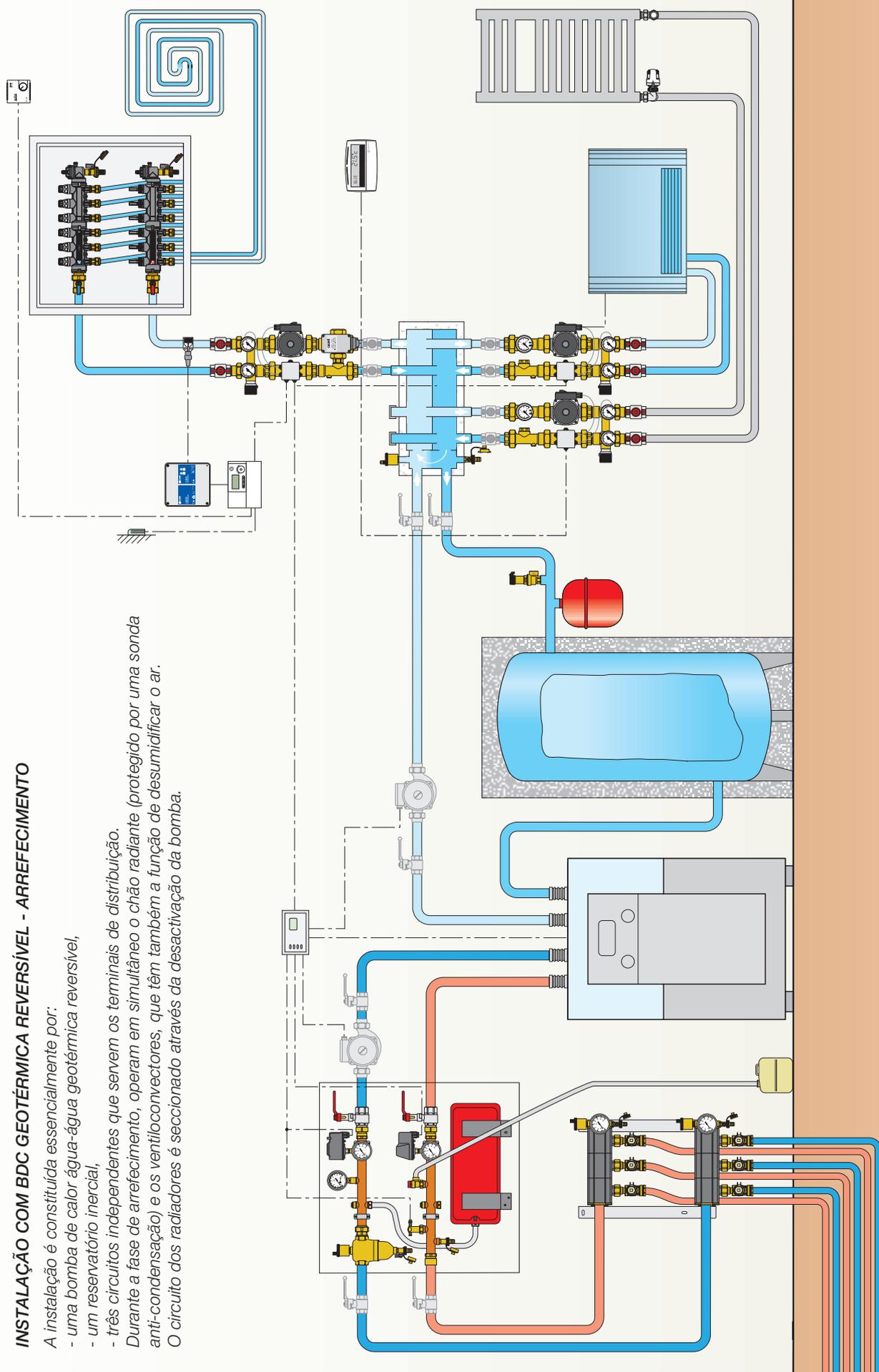
INSTALAÇÃO COM BDC GEOTÉRMICA REVERSÍVEL - ARREFECIMENTO

A instalação é constituída essencialmente por:

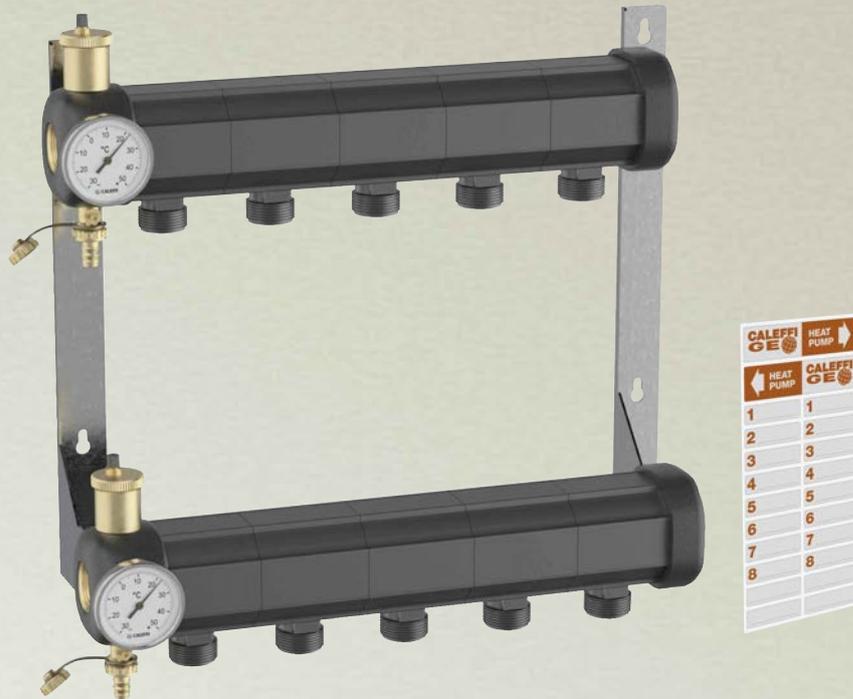
- uma bomba de calor água-água geotérmica reversível,
- um reservatório inercial,
- três circuitos independentes que servem os terminais de distribuição.

Durante a fase de arrefecimento, operam em simultâneo o chão radiante (protegido por uma sonda anti-condensação) e os ventiloconvectores, que têm também a função de desumidificar o ar.

O circuito dos radiadores é seccionado através da desactivação da bomba.



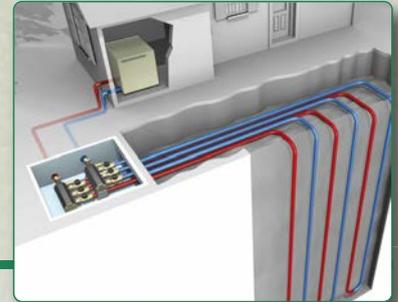
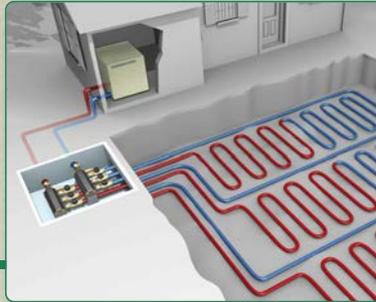
Colector de distribuição para instalações com bomba de calor geotérmica



1107B5	1107C5	1107D5	1107E5	1107F5	1107G5	1107H5
<i>Número de circuitos:</i>						
2	3	4	5	6	7	8
<i>Material:</i>						
tecnopolímero PA66G30						
<i>Pressão máxima de funcionamento (Pressão máxima de teste da instalação):</i>						
6 (10) bar						
<i>Campo de temperatura de funcionamento:</i>						
-10÷60°C						
<i>Campo de temperatura ambiente:</i>						
-20÷60°C						
<i>Fluidos de utilização:</i>						
água, soluções com glicol (máx. 50%), soluções salinas						
<i>Diâmetro nominal colector:</i>						
DN 50						
<i>Ligação de topo:</i>						
1 1/4"						
<i>Ligação derivação:</i>						
específico para válvulas série 111 - 112 - 113						
<i>Entre-eixos derivações:</i>						
100 mm						

Colector de distribuição para instalações com bomba de calor geotérmica

específico para geotérmico
projectado para caudais típicos
destas instalações



modularidade

o colector de distribuição, inteiramente componível, foi projectado para ser facilmente montado e, posteriormente, fixo nos suportes de parede;
encontra-se também disponível quer na versão pré-montada,
quer em módulos para montar



anti-condensação

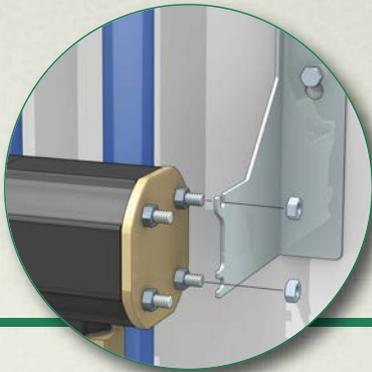
os módulos foram projectados com câmaras de ar especiais para limitar os fenómenos de condensação



Colector de distribuição para instalações com bomba de calor geotérmica

ligações reversíveis

o colector é reversível de modo a adaptar-se à posição das sondas relativamente à bomba de calor

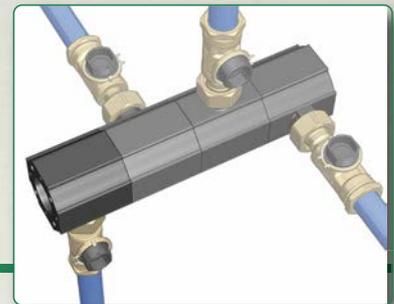


fixação

o suporte pode ser fixo na parede sem o colector de forma a agilizar a ligação das sondas

flexibilidade de instalação

o colector pode ser posicionado quer na vertical (na parede), quer na horizontal (na baíinha) permitindo qualquer orientação das sondas



vedação perfeita

duas tampas de topo em latão e 4 tirantes permitem compactar os módulos com uma guarnição interposta, que isola o canal de passagem da água e as câmaras de ar

Dispositivos de intercepção e balanceamento para colectores de distribuição geotérmicos



111...	113...	112...
Material:		
latão		
Pressão máxima de funcionamento:		
6 bar	10 bar	
Pressão máxima de teste instalação:		
10 bar		
Campo de temperatura de funcionamento:		
-10÷60°C	-10÷110°C	
Campo de temperatura ambiente:		
-20÷60°C		
Campo de regulação:		
0,3÷1,4 m ³ /h (com sensor Vortex)	0,3÷1,2 m ³ /h	
Fluidos de utilização:		
água, soluções com glicol (máx. 50%), soluções salinas		
Posição de instalação:		
horizontal e vertical	vertical	horizontal e vertical
Isolamento anti-condensação:		
sim		
Ligações:		
Ø 25, Ø 32 e Ø 40 mm	Ø 25 e Ø 32 mm	Ø 25, Ø 32 e Ø 40 mm

- ✓ simplicidade de balanceamento
- ✓ perdas de carga muito baixas
- ✓ pedido de patente N.º. MI2010A000476
- ✓ dimensões compactas

- ✓ simplicidade de balanceamento
- ✓ simplicidade de leitura

- ✓ simplicidade de balanceamento
- ✓ fornecido com indicador do valor de regulação

Medidor electrónico de caudal para ligação de sensor com efeito Vortex



130010

Alimentação:

Bateria recarregável NiMH 9 V

Escala de leitura de caudais:

l/h - l/min - GPM

Caudal:

300 ÷ 1400 l/h

Precisão de leitura de caudal com sensor Vortex:

± 10%

Classe de protecção:

IP 44

medidor electrónico de caudal para ligação do sensor com efeito Vortex fornecido com:

- mala
- alimentador
- manípulo de comando
- sensor de medição com efeito Vortex
- cabo de ligação
- anel de vedação do sensor

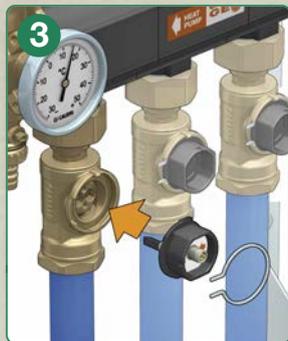
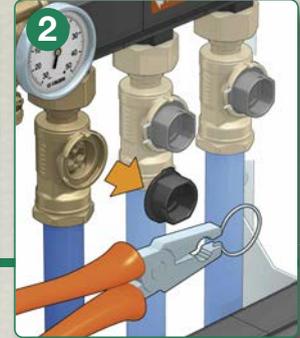
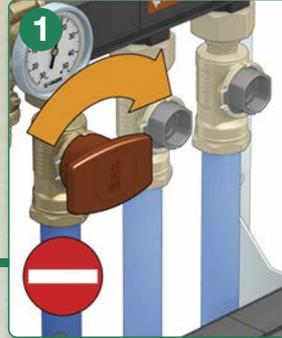
sensor integrado de medição de caudal com efeito Vortex

manípulo de comando para válvulas de intercepção



Balanceamento dos circuitos com medidor electrónico

1. fechar a válvula através do manípulo adequado
2. retirar o anel de vedação e extrair a tampa

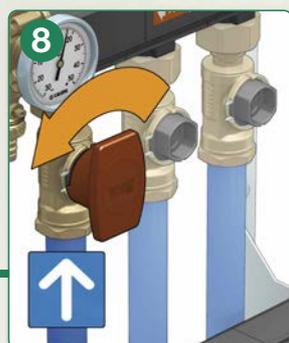
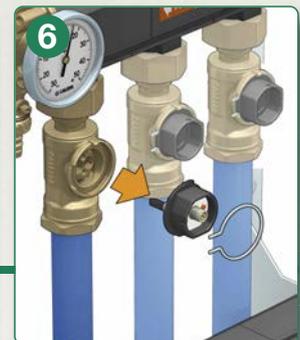
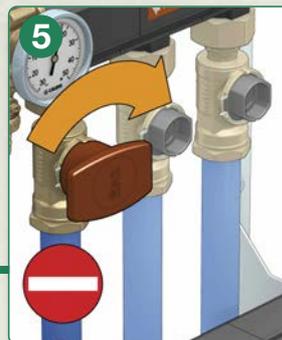


3. introduzir o sensor de medição e reabrir a válvula

4. ligar o medidor electrónico e regular o caudal, através da válvula de intercepção colocada no mesmo circuito do colectador de retorno

5. desligar o medidor electrónico e fechar a válvula

6. retirar o anel de vedação e extrair o sensor



7. voltar a introduzir a tampa

8. reabrir a válvula através do manípulo

Colector porta-instrumentos



115700

Pressão máxima de funcionamento:

2,5 bar

Campo de temperatura de funcionamento:

-20÷90°C (escala termómetros -30÷50°C)

Campo de temperatura ambiente:

-10÷55°C

Fluidos de utilização:

água, soluções com glicol (máx. 50%), soluções salinas

Ligações:

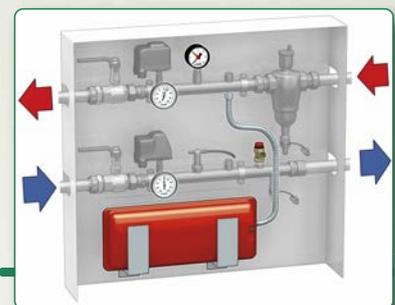
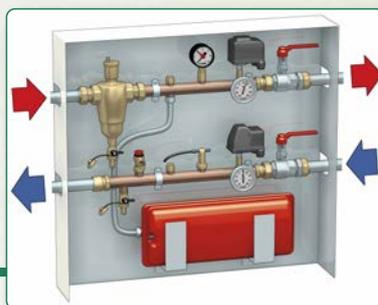
1 1/4" fêmea

Dimensões da caixa (a x l x p):

900 x 860 x 175

ligações reversíveis

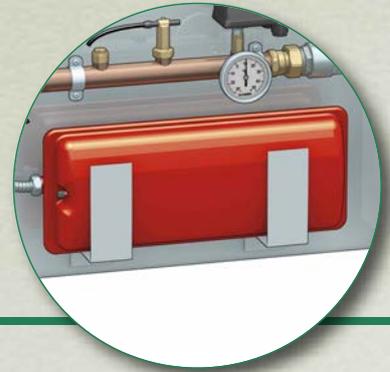
o colector é reversível para se adaptar à posição da bomba de calor, rodando simplesmente o manómetro, os termómetros, a válvula de segurança e o vaso de expansão



Colector porta-instrumentos

vaso de expansão (capacidade 7,5 l)

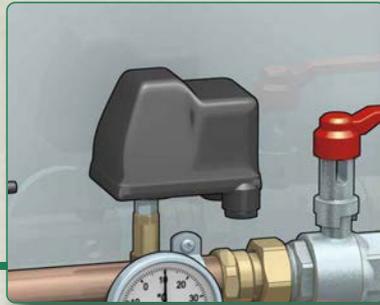
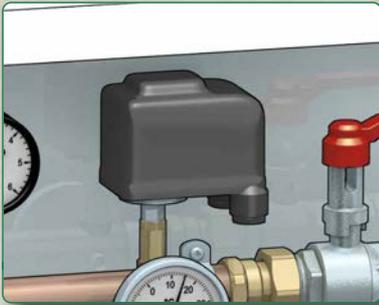
suportes adequados permitem modificar a sua orientação de forma simples, possibilitando assim a reversibilidade de todo o grupo



pressóstato de mínima
homologado I.S.P.E.S.L.

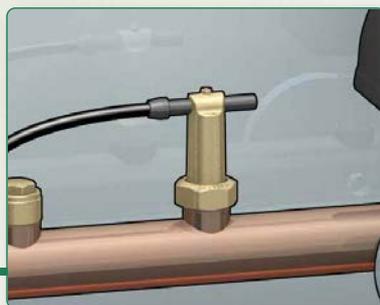
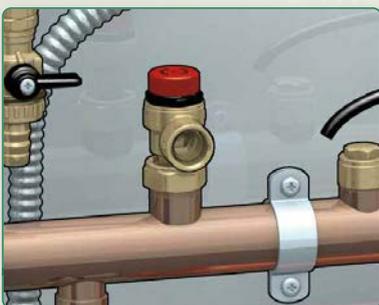
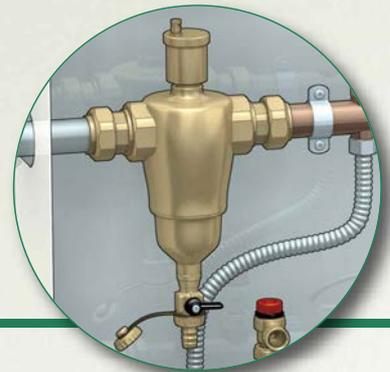
pressóstato de segurança
(opcional)

Campo de regulação:
1÷5 ou 3÷12 bar



separador de sujidade integrado com purgador de ar

o colector possui um separador de sujidade e um purgador de ar para garantir uma correcta eliminação do ar e limpeza da instalação com perdas de carga muito baixas, assegurando assim a durabilidade do dispositivo



válvula de segurança
com descarga orientável

fluxóstato (opcional)
com caudais específicos:
0,5 - 0,6 - 0,7 m³/h



ENERGIAS RENOVÁVEIS. O FUTURO TRIPLICOU-SE.

DISPONÍVEIS OS COMPONENTES PARA INSTALAÇÕES COM FONTES ALTERNATIVAS

Finalmente, o Homem desenvolveu tecnologias capazes de beber nas fontes renováveis do planeta, reduzindo assim o desperdício e respeitando o ecossistema. A Caleffi, desde sempre atenta às temáticas ligadas à relação Homem/Ambiente, propõe ao mercado três grandes famílias de produtos altamente qualificados, que reúnem os desafios do futuro: poupança energética, fiabilidade no tempo e funcionalidade.



CALEFFI
SOLAR

CALEFFI
GE

CALEFFI
BIOMASS

CALEFFI
Hydronic Solutions *50*
1961 - 2011