



**ir além está
na nossa
natureza!**

Conceção do sistema de produção e distribuição de água quente

Memória Descritiva

Instalações Mecânicas

Instalação: Couro Azul, S.A.

N/Ref: FO_249_19

Data: abril 2020

1. GENERALIDADES	3
2. OBJETIVO	4
2.1 Situação Atual	4
2.2 Solução proposta	5
2.3 Justificativo da solução escolhida	6
3. PRESSUPOSTOS E CÁLCULOS	7
3.1 Normas	7
3.2 Pressupostos	7
3.3 Cálculos	11
4. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS EM ANÁLISE	13
4.1 Sistema de distribuição de água quente	13
4.2 Sistema de produção de água quente	13
4.3 Recuperação do sistema de ar comprimido	14
5. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS	16
5.1 Recuperação de energia no ar comprimido	16
5.2 Circuito de água fria	16
5.2.1 Depósito de água fria	16
5.2.2 Recuperação térmica no efluente	17
5.3 Sistema Bombas calor	17
5.3.1 Sistema ar/água	17
5.3.2 Sistema água/água	18
5.3.3 Interligação das bombas de calor	18
5.4 Consumidores	19
5.5 Tratamento Legionella	19

1. GENERALIDADES

A presente Memória Descritiva e Justificativa refere-se ao projeto de um sistema de produção e distribuição de água quente na Couro Azul, S.A., situada em Alcanena, Portugal.

Na definição e no desenvolvimento das soluções foram devidamente ponderados os aspetos relativos à componente energética e funcional da instalação, durante o tempo de exploração do sistema com o compromisso de garantir as necessidades de produção e custos energéticos minimizados, às limitações físicas dos espaços em análise, à funcionalidade, às condições de manutenção, redundância e fiabilidade das instalações.

Definem-se seguidamente os parâmetros de base adotados no desenvolvimento do presente projeto, apresentando os critérios de dimensionamento, de conceção geral das instalações e dos diferentes sistemas.

A presente memória descritiva e as condições técnicas gerais e específicas deverão ser interpretadas em conjunto com as peças desenhadas deste estudo, assim como mapa de equipamentos e quantidades.

Refere-se, por último, que as marcas e modelos dos equipamentos indicados no presente documento e nas restantes peças de projeto têm como único objetivo a apresentação de um padrão de qualidade exigida, não constituindo por si uma limitação à utilização de modelos e marcas alternativas que satisfaçam o standard pretendido.

Nota importante: *A central térmica nova terá uma potência total instalada de 1.100kWe em bobmas de calor e bombas circuladoras. O sistema de controlo realiza a gestão para o pico de corrente não ultrapassar os 630kWe. Deverá ser assegurada esta potência ao quadro geral da central térmica.*

2. OBJETIVO

Atualmente as necessidades de aquecimento são satisfeitas com recurso ao vapor saturado a 7bar produzido na central térmica com caldeira a nafta. O vapor é utilizado maioritariamente para o aquecimento de águas em tanques isolados termicamente, sendo apenas uma parte reduzida do vapor utilizado para o aquecimento de processos acima dos 60°C.

Sendo prevista uma atualização dos equipamentos com baterias de vapor para equipamentos de resistência elétrica, o sistema térmico é reduzido à necessidade de aquecimento de água entre os 30 e os 55°C.

Desta forma é objetivo desta conceção desenvolver uma solução alternativa de produção de água quente e a sua entrega junto dos consumidores à temperatura de 55°C. Considerando os objetivos de descarbonização da união europeia, é priorizada a solução das bombas de calor ar/água e água/água.

2.1 SITUAÇÃO ATUAL

O sistema atual de produção de água quente está baseado numa caldeira de vapor a nafta:

- Produção
 - Caldeira de vapor (produzido a 7,6 bar; queimador 4.500 kW; eficiência 71%)
 - Permutadores de feixe tubular
 - Depósitos AQ 2x 20.000L
- Distribuição
 - Linha distribuição vapor para os consumidores (seca fios, tinas e máquina fiação)
 - Conversão vapor – água quente junto dos consumidores (Tinas, Condicionadores, Máquinas de vácuo, Depósito AQ Fulons tingimento, Depósito água misturas químicas)
 - Linha distribuição água quente produzida na central térmica (Fulons)
- Consumidores
 - Fulons x15
 - Depósito fulons tingimento x3
 - Condicionadores x3
 - Máquinas de vácuo x2
 - Tinis água quente x2
 - Secagem fios (sem funcionamento satisfatório) – a descontinuar uso vapor
 - Máquina pregar (em alteração) – a descontinuar uso vapor

O sistema atual apresenta uma potência de produção de água quente satisfatória, isto é, a caldeira está folgada na produção de vapor para o aquecimento de todos os consumidores. O isolamento térmico apresenta deficiências pontuais na rede de distribuição de vapor e água quente.

2.2 SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução proposta assegura o aquecimento da água quente e a sua distribuição junto dos consumidores, a 55°C. O aquecimento da água será efetuado por bombas de calor água/água e ar/água. Será ainda prevista recuperação térmica na central de ar comprimido.

A recuperação térmica assegura o pré-aquecimento da água nova, com um aproveitamento total desta energia.

Em função da energia disponível às bombas de calor água-água, as bombas de calor ar/água vão aquecer a água até à temperatura pretendida, que oscilará entre os 25 e os 55°C. Este estágio intermédio será acumulado em depósito de inércia intermédio.

As bombas de calor água/água asseguram o aquecimento remanescente da água para os 57°C e a acumulação da mesma em depósito interligado diretamente ao coletor de distribuição de água quente. O evaporador das bombas de calor água/água comunica diretamente com o novo depósito de inércia de água fria. Este depósito será aquecido, sempre que possível, pela recuperação térmica no efluente da instalação, pelas UTAs de climatização da nave pintura, e pelos demais futuros consumidores de água fria previstos (sala condicionadora couros, água mistura químicos, etc.). As bombas de calor água/água apresentam uma eficiência superior às de ar/água, pelo que o sistema de controlo da central dará prioridade às mesmas sempre que o depósito de água fria terá carga térmica presente.

O sistema proposto para a produção e distribuição de água quente será composto por:

- Produção
 - Bombas de calor água/água x2
 - Bombas de calor ar/água x3
 - Permutadores de recuperação térmica no efluente
 - Depósito água fria x1
 - Recuperação térmica no ar comprimido
 - Permutador de calor
 - Depósito de água nova em pré-aquecimento
 - Permutadores de calor que protegem as bombas de calor da água de consumo
 - Depósitos de água quente (x2+1 circuito aberto e x1 circuito fechado)
 - Bombas de circulação entre todos os equipamentos correspondentes
- Distribuição
 - Coletor de ida de água quente

- Coletor de retorno de água, com bombas circuladoras (depósito AQS, condicionadores, máquinas de vácuo)
- Rede nova de distribuição de água quente
- Válvulas de controlo de temperatura junto dos consumidores
- Consumidores
 - Circuito aberto:
 - Fulons x14
 - Depósito fulons tingimento x4
 - Tinas água quente x2
 - Depósito AQ para mistura de químicos
 - Circuito fechado
 - Condicionadores x3
 - Máquinas de vácuo x2
 - Depósito AQS balneários e cozinha

Na total ausência de carga térmica ao depósito de água fria, as bombas de calor água/água estarão paradas. Neste caso as bombas de calor ar/água têm a capacidade de elevar a temperatura da água até os 55°C e satisfazer por completo as necessidades da instalação. Por outro lado, sempre que são satisfeitas as condições do evaporador das bombas de calor água/água, as mesmas também conseguem satisfazer as necessidades totais de aquecimento da instalação, parando por completo o funcionamento das bombas de calor ar/água.

2.3 JUSTIFICATIVO DA SOLUÇÃO ESCOLHIDA

A solução escolhida visa efetuar a recuperação de calor da central de ar comprimido para pré-aquecer a água de consumo que será posteriormente aquecida até a temperatura objetivo de 55°C, priorizando sempre a recuperação térmica no efluente e também produzindo água fria sempre que a mesma seja útil para as UTAs, condicionadores dos couros ou outros processos.

Em alternativa à solução apresentada, seriam possíveis as seguintes alternativas, mas que não foram adotadas devido às limitações económicas, técnicas e de eficiência energética:

- Caldeira de condensação de água quente a gás natural – esta solução, mesmo que eficiente do ponto de vista energético, não vai ao encontro das ambições internacionais de reduzir ao máximo a emissão de dióxido de carbono.
- Painéis solares térmicos – Esta solução, mesmo que eficiente do ponto de vista energético, não foi avaliada nesta fase devido a dificuldade de instalação dos painéis em local com boa incidência solar, próximo da central térmica e sem competir com a zona alocada a instalação de painéis fotovoltaicos.
- Resistências elétricas – Solução muito pouco eficiente, mesmo que com um valor de investimento consideravelmente inferior.

4. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS EM ANÁLISE

O sistema de produção de água quente visa integrar-se dentro do layout das instalações existentes, potenciando sempre que possível as infraestruturas existentes.

De uma forma muito resumida e simplificada o sistema proposto consiste em:

- Aquecer o volume de água definido nos pressupostos à temperatura pretendida
- Utilizar bombas de calor ar/água e água/água, sempre que possível priorizando as últimas
- Recuperar energia térmica no ar comprimido e no efluente da instalação
- Otimização integrada do sistema térmico e comunicação com o ar comprimido e fotovoltaico

4.1 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE

A água quente será distribuída para os consumidores a partir do coletor de água quente da central.

Os consumidores diretos de água (fulons, tinas) são alimentados pela própria pressão da rede de captação de água (2-3 bar). Os consumidores indiretos de água quente são aquecidos por anéis de circulação com fluxo regulado pelas bombas no retorno. Junto destes consumidores são instaladas válvulas motorizadas reguladoras de temperatura.

A alimentação do circuito aberto (fulons, tinas e depósitos) será efetuada a partir do depósito de alta temperatura do circuito aberto de água quente.

Os coletores de ida e de retorno do circuito fechado da água quente estão interligados ao depósito de inércia de 20.000L mantido continuamente nos 55-57°C (com exceção do fim-de-semana).

O depósito é aquecido pelas bombas de calor água/água e ar/água, em função da disponibilidade das primeiras. A água de reposição deste depósito é alimentada a partir do depósito intermédio de água quente.

O depósito intermédio de água quente de 20.000L é principalmente aquecido pelas bombas de calor ar/água e a temperatura deste varia constantemente em função da disponibilidade e capacidade de produção de água quente das bombas de calor água/água (ver descrição do capítulo seguinte).

Os depósitos terão isolamento térmico a assegurar perdas mínimas pela envolvente.

4.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE

Para a proteção das bombas de calor são previstos permutadores de placas (1500kWt com dP inferior a 0,3bar), um por cada conjunto de bombas, entre o circuito fechado do condensador e o circuito aberto dos depósitos de água quente.

Existe interligação motorizada entre os dois circuitos fechados de condensação das bombas de calor, que permitem a redundância em caso de avaria parcial dos equipamentos ou manutenção bem como o aquecimento escalonado no fim-de-semana.

As bombas de calor ar/água estão interligadas em modo série ou paralelo (comutação com jogo de válvulas) para melhor atender às necessidades reais da instalação em cada estação do ano. As bombas de calor água/água estão interligadas em contra-corrente/série (comutação com jogo de válvulas) sendo preferencialmente utilizado o modo contra-corrente onde é possível obter um aumento da eficiência energética.

As bombas de calor ar/água são num total de 3 unidades de 520kWt cada. Com uma eficiência prevista de 2,3 no inverno (5°C temperatura ambiente) e COP de 3,3 no verão (35°C temperatura ambiente). Para o correto funcionamento das bombas de calor a zona técnica deve ser devidamente ventilada, com pleno de exaustão do ar frio (ver peças desenhadas).

As bombas de calor água/água são num total de 2 unidades de 695 kWt cada. Com uma eficiência prevista de 3,7 (água evaporador a sair a 5°C), 4,1 (água evaporador a sair a 10°C) e 4,4 (água evaporador a sair a 15°C).

O circuito fechado do evaporador das bombas de calor está interligado ao depósito de 20.000L de água fria que por sua vez é aquecido pelas seguintes fontes:

- Recuperação térmica no efluente
- UTAs climatização (previsão futura)
- Ventiloinectores sala condicionador (previsão futura)
- Água para reação exotérmica (previsão futura)
- Arrefecimento do Ar Comprimido (apenas se o aquecimento direto da água nova foi saturado)

O depósito de água fria nunca terá uma temperatura inferior aos 5°C e não é expectável que terá temperaturas superiores aos 25°C mesmo com todas as recuperações ativas.

Os permutadores de recuperação térmica dos efluentes são num total de 5 baterias de placas “plate coil” a serem instalados diretamente nos tanques de efluente, o mais próximo possível da fonte de descarga do efluente (para maximizar o potencial de recuperação térmica). Estas baterias permitem recuperar até 1.000kWt do efluente da instalação.

Nota importante: Em função da circulação de efluente expectável, deve ser equacionado/previsto pelo cliente a instalação de agitadores dos tanques dos efluentes.

4.3 RECUPERAÇÃO DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO

Toda a água nova de reposição da água quente consumida pelos fulons e tinas será pré-aquecida em depósito dedicado de 5.000L pelo sistema de recuperação térmica da central de ar comprimido. Todo o controlo e os equipamentos do sistema de recuperação estão incluídos nesta conceção, apenas estando prevista interligação para comunicação entre a central térmica e a de ar comprimido.

Para a proteção dos compressores é prevista a instalação de um permutador de placas (150kWt com dP inferior a 0,3bar). Sempre que o depósito de água nova for aquecido até os 70°C, a dissipação térmica do ar comprimido será direcionada para o depósito de água fria da central térmica.

A central térmica deverá respeitar as indicações das peças desenhadas. Deverão ser mantidas as distâncias entre os equipamentos para permitir a manutenção. A frente da central térmica será toda em gradil fortemente ventilado. A zona das bombas de calor ar/água terá ainda uma parte mais elevada da cobertura lateralmente grelhada e que permite a correta exaustão do ar frio produzido pelas mesmas. É previsto neste projeto um pleno de interligação entre o topo das bombas de calor ar/água e esta zona mais elevada de exaustão de ar.

Nota importante: *A central térmica nova terá uma potência total instalada de 1.100kWe em bobmas de calor e bombas circuladoras. O sistema de controlo realiza a gestão para o pico de corrente não ultrapassar os 630kWe. Deverá ser assegurada esta potência ao quadro geral da central térmica.*

5. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS

De uma forma geral a lógica de controlo deste sistema é o descrito abaixo.

5.1 RECUPERAÇÃO DE ENERGIA NO AR COMPRIMIDO

Toda a água nova que será aquecida na central térmica entra no depósito de 5.000L de pré-aquecimento. Para este depósito está a ser continuamente dissipada a energia térmica libertada pelos dois compressores de ar comprimido da central adjacente. Para a proteção dos compressores de ar é prevista a instalação de permutador de placas intermédio. As bombas do primário e do secundário desta recuperação de calor estarão sempre a funcionar quando os compressores de ar estão a funcionar. A velocidade de rotação das bombas será regulada entre o caudal mínimo indicado pelo fabricante dos compressores e o caudal nominal que assegura um dT de 5°C na água recirculada. Nos casos improváveis deste depósito ser aquecido até os 70°C será efetuado o arrefecimento dos compressores de ar com recurso a água do depósito de água fria (depósito de 20.000L). A comutação entre a forma como são arrefecidos os compressores de ar (se pela água nova da central térmica, se pelo depósito de água fria da central térmica) é efetuada com electroválvulas instaladas nas ligações correspondentes (ver peças desenhadas).

Em resumo:

- Bombas B.REC:AC e B.DEP.AN:
 - Funcionam sempre quando os compressores de ar funcionam
 - Variam o seu caudal entre o mínimo recomendado e o dT de 5°C (valor inicial, a ser ajustado durante a exploração do sistema)
 - Bomba B.REC.AC.2 funciona sempre que o “after-cooler” do ar comprimido necessita de arrefecimento e/ou têm conteúdo energético a recuperar.
- As válvulas que comutam entre depósito água nova e depósito água fria são atuadas quando a temperatura do depósito de água nova ultrapassa a temperatura recomendada pelos equipamentos da central de ar comprimido (referência: 40°C)

5.2 CIRCUITO DE ÁGUA FRIA

5.2.1 DEPÓSITO DE ÁGUA FRIA

O depósito de 20.000L de água fria faz parte de um circuito totalmente fechado, sendo a água deste totalmente tratada. Este depósito será continuamente arrefecido pelo evaporador das bombas de calor água/água e será aquecido, sempre que energia estará disponível, pela recuperação térmica nos efluentes, pelo aquecimento que as baterias das UTAs proporcionam no verão, bem como outras potenciais fontes de calor tais como ventiloconvectores de uma futura sala de condicionadores de couros, água fria para reação exotérmica, arrefecimento dos compressores de ar.

A temperatura deste depósito nunca será inferior aos 5°C, desprezando desta forma a necessidade de adicionar glicol neste circuito fechado de água fria. Sendo a única fonte fria deste depósito o evaporador da bomba de calor água/água, a mesma será sempre parada quando a temperatura média do depósito atinge os 5°C. A temperatura máxima expectável para este depósito é de 25°C, quando a recuperação térmica no efluente da instalação encontra-se no seu máximo.

O depósito terá preparação para 6 interligações ida/retorno, 3 previstas na fase inicial e outras 3 a medida que os demais sistemas consumidores de água fria forem implementados.

5.2.2 RECUPERAÇÃO TÉRMICA NO EFLUENTE

As bombas da recuperação térmica do efluente terão o seguinte funcionamento:

- Sempre que o retorno é mais quente que a ida – funcionam
 - Regula-se o caudal entre o valor mínimo da bomba e o que assegura dT de 5°C (valor inicial, a ser ajustado durante a exploração do sistema)
- Quando a temperatura do retorno é igual ou inferior a da ida, as bombas param, tendo sempre um funcionamento mínimo por 1 minuto de 30 em 30 minutos para verificar o potencial de recuperação térmica no efluente.

5.3 SISTEMA BOMBAS CALOR

5.3.1 SISTEMA AR/ÁGUA

As 3 bombas de calor ar/água estão interligadas, pelo intermédio de um permutador de calor, ao depósito intermédio de água quente (depósito de 20.000L). A interligação destas bombas permite o seu acionamento tanto em paralelo como em série. A alternância entre estes modos de funcionamento está previsto ser manual, sem necessidades frequentes de troca de estado. Ao longo da exploração do sistema, caso sejam identificadas claras vantagens de efetuar permuta frequente entre o modo série/paralelo, as válvulas manuais podem ser substituídas por electroválvulas.

Em função da temperatura do depósito de água fria, da temperatura de ida e retorno à recuperação térmica do efluente e da temperatura do depósito de pré-aquecimento as bombas de calor ar/água irão ajustar o set-point de funcionamento e a temperatura a que tentam manter o depósito intermédio de água quente. É espectável que o set-point de temperatura das mesmas irá oscilar entre os 25°C e os 55°C no limite em que as bombas de calor água/água não reúnem as condições necessário para o seu funcionamento.

Importante: As bombas do lado primário e secundário do permutador de placas serão acionadas sempre em simultâneo, para assegurar o bom funcionamento das bombas de calor.

5.3.2 SISTEMA ÁGUA/ÁGUA

As 2 bombas de calor água/água estão interligadas, pelo intermédio de um permutador de calor, ao segundo depósito de água quente (depósito de 20.000L). A interligação destas bombas permite o seu acionamento tanto em paralelo como em contra-corrente. A alternância entre estes modos de funcionamento está previsto ser manual, sem necessidades frequentes de troca de estado. Ao longo da exploração do sistema, caso sejam identificadas claras vantagens de efetuar permuta frequente entre o modo contra-corrente/paralelo, as válvulas manuais podem ser substituídas por electroválvulas. Foi identificado no entanto que a eficiência das bombas de calor água/água em contra-corrente em função da temperatura do depósito de água fria, da temperatura de ida e retorno à recuperação térmica do efluente e da temperatura do primeiro depósito de água quente as bombas de calor água/água irão ajustar o set-point de funcionamento e a temperatura a que tentam manter o segundo depósito de água quente. É espectável que o set-point de temperatura das mesmas irá oscilar entre os 55°C e os 70°C no limite em que há excesso de energia térmica disponível nas recuperações do ar comprimido e do efluente.

Importante: As bombas do lado primário e secundário do permutador de placas serão acionadas sempre em simultâneo, para assegurar o bom funcionamento das bombas de calor.

5.3.3 INTERLIGAÇÃO DAS BOMBAS DE CALOR

Os circuitos primários de água quente das bombas de calor ar/água e água/água estão interligados e as interligações estarão normalmente fechadas. Apenas serão abertas as electroválvulas destas interligações quando um dos sistemas não apresenta condições de correto funcionamento face ao set-point requisitado. São expectáveis os seguintes cenários específicos quando estas electroválvulas devem abrir:

- Um dos permutadores de placas necessita está em manutenção
- Sistema bombas de calor água/água não reúne condições de funcionamento e a temperatura do segundo depósito de água quente está inferior aos 55°C
- No fim-de-semana, será efetuado o pré-aquecimento da água quente de ambos os depósitos de AQ, o primeiro e o segundo, são aquecidos até a temperatura máxima possível preparando para o consumo de água quente de segunda-feira e também dando proveito a energia elétrica produzida pelo sistema fotovoltaico. Desta forma às 21h de 6^ª serão paradas as bombas de calor e será utilizada a inércia dos depósitos de água quente para colmatar as remanescentes necessidades de água quente da instalação. No sábado, as bombas de calor ar/água entram em funcionamento e com a interligação entre os sistemas abertas dá-se o pré-aquecimento dos depósitos até os 55°C. Posteriormente as bombas de calor ar/água param e entram em funcionamento as bombas de calor água/água que aquecem ambos os depósitos até a temperatura máxima possível (em função da temperatura do depósito de água fria). Deve ser interligada a central fotovoltaica a central térmica para controlar o funcionamento destas bombas de calor apenas quando existe excesso de energia elétrica.

- São previstas ainda interligações entre as bombas de calor (tanto ar como água) ao circuito fechado de distribuição de água quente, com depósito dedicado de 20.000L e coletor + bombas de distribuição pelos 3 condicionadores, 2 máquinas de vácuo e o depósito AQS dos balneários/cozinha.

5.4 CONSUMIDORES

Junto dos consumidores diretos a descarga é efetuada da mesma forma que atualmente, i.e. nos fulons normais são válvulas manuais e no depósito dos fulons de tingimento o controlo é com válvula automática de nível (mas sem entrada de água fria). Nas tinas o controlo tenta manter ao máximo a lógica atual, tanto o nível de enchimento como a temperatura objetivo dos 30-35°C em mistura AQ e água fria.

Junto dos consumidores tais como as máquinas de vácuo e condicionadores, serão instaladas válvulas termostáticas para a regulação da temperatura do consumidor final.

No depósito AQS dos balneários/cozinha será efetuada a interligação direta à serpentina de aquecimento deste depósito.

5.5 TRATAMENTO LEGIONELLA

Será efetuado uma vez por semana, no fim-de-semana. Quando é efetuado o pré-aquecimento para o primeiro turno de 2^{af}, a água será aquecida em ambos os depósitos de água quente até a temperatura de 70°C (ver descrição acima, BC ar/água aquecem até 55°C e o remanescente é aquecido com as BC água/água).

03/04/2020 – Lisboa

Alexandr Rosca – Eng. Mecânico – O.E.83127