



Integração e melhoria de processos na vulcanização de pneus

ANA MARGARIDA DIAS TORRES FERREIRA

dezembro de 2018

INTEGRAÇÃO E MELHORIA DE PROCESSOS NA VULCANIZAÇÃO DE PNEUS

Ana Margarida Dias Torres Ferreira
1130539

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

INTEGRAÇÃO E MELHORIA DE PROCESSOS NA VULCANIZAÇÃO DE PNEUS

Ana Margarida Dias Torres Ferreira
1130539

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva e coorientação do Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho, Professores Adjuntos do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutor Rui Pedro Cardoso da Silva Martinho
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Teresa Maria Guerra Pereira Duarte
Professora Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero deixar o meu sincero agradecimento à empresa Continental Mabor S.A. pela oportunidade de estágio. Aos colaboradores do DE5 e DE6 por todo o apoio prestado, em particular ao Eng.º Nuno Costa, orientador de estágio, que se demonstrou sempre prestável ao longo de todo o estágio.

Aos meus orientadores do ISEP, Professor Francisco Silva e Professor Raul Campilho, pela vossa disponibilidade e acompanhamento incansável.

À minha família, pelo apoio incondicional ao longo do meu percurso escolar e por todo o carinho que me dão.

Ao Vitor, por tudo.

Aos meus amigos e colegas de curso que sempre me motivaram ao longo da minha passagem pelo ISEP.

PALAVRAS CHAVE

Pneus; *layout*; vulcanização; melhoria de processos; integração de sistemas; montagem.

RESUMO

A indústria automóvel apresenta-se como um grande pilar da economia mundial. De facto, a comodidade que os automóveis vieram trazer, levou à necessidade da sua produção em massa e a um aumento na exigência de produção. Os pneus não são caso particular, sendo um tipo de indústria cada vez mais exigente e competitivo.

A otimização é um fator-chave na indústria automóvel, pois assim se consegue garantir a qualidade do produto com o menor custo de produção. O incremento simultâneo da capacidade produtiva e do grau de exigência, implicam normalmente um grande esforço por parte das empresas, quer a nível organizacional, quer a nível tecnológico. É nesta lógica em que se contextualiza a presente dissertação: face à necessidade do aumento de produção de pneus, a Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A. pretende adquirir novas prensas de vulcanização de pneus, o que implica o projeto de um novo canal de prensas, com toda a tecnologia que lhe está associada.

O projeto de um novo canal de prensas exige a integração de várias áreas da engenharia e, com isso, surge a necessidade de integrar todos as ramificações do projeto num *layout* único, com o objetivo de otimizar o funcionamento do canal e de garantir a viabilidade da montagem do canal.

O desafio apresentado implicou uma análise a todos os elementos integrantes do canal e o primeiro esboço permitiu determinar os principais constrangimentos. O desenvolvimento deste trabalho exigiu também um estudo aos canais já implementados, no sentido de apurar os erros cometidos nas construções anteriores.

O resultado deste trabalho permitiu avaliar os projetos em desenvolvimento, no sentido de perceber se os projetos se adequam aos requisitos do cliente. Desta forma, foi possível antever erros na construção do canal, otimizar a sua montagem e economizar tempo entre a decisão de instalação e a sua colocação em funcionamento.

KEYWORDS

Tires; layouts; vulcanization; curing presses; process optimization; systems integration; assembly.

ABSTRACT

The automotive industry presents itself as a major sector of the worldwide economy. In fact, the convenience that the automobiles have brought, has led to the necessity of its mass production and, consequently, a significant raise in the production's demands. The tire manufacturing is not an exception and this part of the industry is increasingly demanding and competitive.

The optimization is a key-factor in the automotive industry, as this insures the quality of the product and the lowest production cost. Moreover, increasing simultaneously production capacity and quality requirements implies a major effort from companies, either at organizational level, either at technological level. It is in this philosophy that the current master thesis is contextualized: due to the need of increasing the tire production, the company Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A. wants to purchase new curing presses, which implies the project of a new press channel with all the technology associated, later designated as Channel 6B.

The project of a new curing presses channel requires the integration of various areas of expertise, so it is imperative to integrate all the project's elements into one single layout. This aims to optimize the channel's operation and to ensure the viability of the assembling operation.

The proposed challenge implied an analysis to all the elements regarding the 6B channel and the first layout's sketch allowed me to spot the main assembly constraints. Developing this project also demanded an analysis to the previous channels, already installed, to determine the errors that were committed in previous constructions.

The result of this thesis allowed to evaluate the on-going projects, and to check if they were according with the client requirements. Therefore, it was possible to foresee errors in the construction of the channel 6B, optimize its assembly process and minimize the time needed between the installation decision and the beginning of production.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

ACAP	Associação Automóvel de Portugal
ACM	<i>Acrylic Rubber</i>
ADCA	<i>Azodicarbonamide</i>
AFIA	Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
BSP	<i>British Standard Pipe</i>
BR	<i>Butadiene Rubber</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CFD	<i>Computational Fluids Dynamics</i>
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>
CR	<i>Chloroprene Rubber</i>
DBD	<i>Dimensionless Block Diagram</i>
DN	<i>Diamètre Nominal</i>
EPDM	<i>Ethylene Propylene Diene Monomer rubber</i>
FPQ	<i>Floursilicone Rubber</i>
IIR	<i>Isobutylene Isoprene Rubber</i>
IR	<i>Polyisoprene Rubber</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
LCM	<i>Liquid Curing Medium</i>
NBR	<i>Nitrile butadiene rubber</i>
NR	<i>Natural Rubber</i>
MEF	Método de Elementos Finitos
NPS	<i>Nominal Pipe Size</i>
MQ	<i>Silicone rubber with Methyl Substituent</i>
OICA	<i>Organisation Internationale des Constructeurs d' Automobiles</i>
PEM	<i>Pairwise Exchange Method</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PMQ	<i>Silicone rubber with Methyl and Phenyl substituent</i>
PN	<i>Pression Nominal</i>
PPAP	<i>Production Part Approval Process</i>
VMQ	<i>Silicone rubber with Methyl and Vinyl substituents</i>
SBR	<i>Styrene-Butadiene Rubber</i>
SI	<i>Système International d'unités</i>
SLP	<i>Systematic Layout Planning</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>

Lista de Unidades

min	Minutos
mm	Milímetros
°C	Graus Celsius
bar	Unidade de pressão
g/cm ³	Massa volúmica
Shore A	Unidade de dureza de acordo com a norma ASTM D2240-00
MPa	Mega Pascal

Lista de Símbolos

€	Euro
%	Porcentagem

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Adapter frame</i>	Nome dado à estrutura metálica que suporta as prensas de vulcanização.
<i>Downtime</i>	Período em que um sistema se encontra indisponível.
<i>Layout</i>	Modo de disposição dos elementos que constituem um dado espaço ou superfície.
<i>Rack</i>	Estrutura metálica que serve para suportar tubagens.
<i>Scanner</i>	Os <i>scanners</i> , no contexto da segurança, trata-se de raios laser que permitem a monitorização de uma dada área. O <i>scanner</i> permite calcular o tempo que leva ao feixe laser a refletir num objeto e voltar ao <i>scanner</i> .
<i>Software</i>	Conjunto de procedimentos ou instruções que determinam o funcionamento de um computador.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição dos fabricantes da indústria automóvel no território português (adaptado de [5])	9
Figura 2 - Principais pilares da Indústria Automóvel (Autoria própria)	11
Figura 3 - Pneu desenvolvido por Robert Thomson, em 1845 [13]	13
Figura 4 - Os componentes de um pneu [15]	14
Figura 5 - Informações inscritas no pneu [16]	15
Figura 6 - Materiais que constituem o pneu (adaptado de [16])	16
Figura 7 - Etapas na fabricação de um pneu (Autoria própria)	18
Figura 8 - Funções dos aditivos (Autoria própria)	23
Figura 9 - O fenómeno da reticulação da borracha (adaptado de [14])	26
Figura 10 - Equipamentos para a vulcanização de borracha [29]	27
Figura 11 - Sistema de suporte rotativo [30]	29
Figura 12 - Exemplo de tapetes transportadores [31]	29
Figura 13 - Prensa de vulcanização [32]	30
Figura 14 - Vantagens e desvantagens do uso de vapor de água [32]	30
Figura 15 - Disposição dos equipamentos de vulcanização (adaptado de [35])	33
Figura 16 - Exemplo da disposição das tubagens ligadas a uma prensa de vulcanização (Fonte: Continental Mabor)	33
Figura 17 - Maquinação CNC de um módulo de um molde segmentado [36]	34
Figura 18 – Diafragma [37]	35
Figura 19 - Propriedades dos diafragmas (adaptado de [29])	36
Figura 20 - Ciclo de cura de um pneu [34]	37
Figura 21 - O conceito de <i>Design for Assembly</i> (Adaptado de [42])	44
Figura 22 - A história da Continental AG (adaptado de [61])	49
Figura 23 - As divisões do grupo Continental (adaptado de [62])	50
Figura 24 - A Continental Mabor em Lousado, Portugal [64]	50
Figura 25 - As cinco fases da produção de um pneu (Autoria própria)	51
Figura 26 - Distribuição dos canais das prensas	52
Figura 27 - Esquematização da planta dos canais circundantes ao canal 6B	52
Figura 28 - Esquematização da prensa de vulcanização (adaptado de [65])	56
Figura 29 - Realce a cor amarela da área destinada para os tapetes transportadores	64
Figura 30 - Calha perfurada para suporte de cabos [68]	65
Figura 31 - Áreas de proteção das prensas [66]	66
Figura 32 - Fluxograma da metodologia seguida (Autoria própria)	69
Figura 33 - Esquematização do <i>kit</i> de vapor – aquecimento interno	71
Figura 34 - Esquematização do <i>kit</i> de vapor - aquecimento externo	74
Figura 35 - Esboço da primeira solução para o corredor de limpeza	76
Figura 36 - Fixação dos apoios da prensa	84
Figura 37 - Ligação aos pilares metálicos	84
Figura 38 - Ligação do <i>adapter frame</i> para o betão	84

Figura 39 - Ligação aparafusada entre o <i>adapter frame</i> e o betão	84
Figura 40 - Apoios para as colunas centrais das prensas.....	84
Figura 41 - Apoios para as colunas das extremidades das prensas.....	84
Figura 42 - Constrangimento na integração do MGTS	85
Figura 43 - Quadros elétricos da prensa modificada: 1º problema de integração.....	86
Figura 44 - Quadros elétricos da prensa modificada: 2º problema de integração.....	86
Figura 45 - Integração do QE geral	87
Figura 46 - Integração do QE geral, posição final	87
Figura 47 - Divisão das prensas	88
Figura 48 - Painel de controlo.....	88
Figura 49 - Integração do painel de controlo: secção 1.....	89
Figura 50 - Integração do painel de controlo: secção 2.....	89
Figura 51 - Integração do painel de controlo: secção 3.....	89
Figura 52 - Integração do painel de controlo: secção 4.....	90
Figura 53 - Integração do painel de controlo: secção 5.....	90
Figura 54 - Integração do painel de controlo: secção 6.....	91
Figura 55 - Problema na integração das prensas: tapete de descarga.....	91
Figura 56 - Integração das prensas: tapete de descarga	92
Figura 57 - Ligação HPU à Unidade de arrefecimento do óleo.....	92
Figura 58 – Tapete inferior: problemas na sua integração.....	94
Figura 59 - Tapete superior: problemas na sua integração.....	95
Figura 60 - Quadro elétrico geral.....	95
Figura 61 - Posicionamento do quadro elétrico dos tapetes.....	96
Figura 62 - Integração da <i>Hotte</i> : marcação da parte baixa do edifício.....	97
Figura 63 - Integração da <i>Hotte</i> : marcação da área da <i>Hotte</i>	97
Figura 64 - Integração da <i>Hotte</i> : posicionamento dos ventiladores	98
Figura 65 - Curva a 90°[70]	100
Figura 66 - Cones de redução [70].....	100
Figura 67 – Tê [70].....	100
Figura 68 - Juntas de vedação espirometálicas (Continental Mabor)	103
Figura 69 - Área ocupada pelo <i>kit</i> interno <i>standard</i> , sinalizada a verde	105
Figura 70 - <i>Kit</i> para o aquecimento interno: solução 0	107
Figura 71 - - Integração da solução 1 para o <i>kit</i> de vapor para o aquecimento interno	108
Figura 72 - <i>Kit</i> de vapor para o aquecimento - Solução 2.....	109
Figura 73 - Área ocupada pelo <i>kit</i> externo <i>standard</i> , sinalizada a verde	110
Figura 74 - Área disponível para o <i>kit</i> externo	110
Figura 75 - <i>Kit</i> para o aquecimento externo – Solução 0.....	111
Figura 76 - Área de segurança no caso do MGTS (Adaptado de [65]).....	113
Figura 77 - Definição do comprimento da barreira de proteção da zona 1	114
Figura 78 - Considerações para a montagem de painéis e perfis.....	115
Figura 79 - Seleção do painel para a barreira 1	115
Figura 80 - Espaço disponível para a barreira 2.....	116
Figura 81 - Seleção do perfil metálico para a barreira 2	116

Figura 82 - Seleção do painel para a barreira 2	117
Figura 83 - Cotas referentes à altura do mecanismo que se pretende isolar	118
Figura 84 - Análise aos constrangimentos do edifício para a integração das proteções de segurança ...	118
Figura 85 - Integração do <i>kit</i> para o aquecimento interno no <i>layout</i> - vista de topo	119
Figura 86 - Integração do <i>kit</i> para o aquecimento interno no <i>layout</i> - vista em corte do canal	120
Figura 87 - Integração do <i>kit</i> para o aquecimento externo no <i>layout</i> - vista de topo	120
Figura 88 - Integração do <i>kit</i> para o aquecimento externo no <i>layout</i> - vista em corte do canal	121
Figura 89 - Ligação entre os <i>kits</i> e as tubagens - Hipótese A.....	121
Figura 90 - Ligação entre os <i>kits</i> e as tubagens - Hipótese B.....	122
Figura 91 - Apoios dos tapetes transportadores	127
Figura 92 - Dificuldades no acesso aos corredores	132

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Metodologia utilizada	2
Tabela 2 - Veículos produzidos em 2017, a nível mundial [3]	7
Tabela 3 - Valores, em euros, resultantes do impacto do setor automóvel na economia mundial, em 2017 [3]	8
Tabela 4 - Balanço do setor automóvel, a nível nacional, no ano de 2013 (Adaptado de [6])	10
Tabela 5 - Balanço do setor de fabrico de componentes, a nível nacional, no ano de 2017 (Adaptado de [7])	10
Tabela 6 - Quadro-resumo das funções e materiais dos componentes do pneu	15
Tabela 7 - Descrição das informações inscritas nos pneus [16]	16
Tabela 8 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de reforços [17]	17
Tabela 9 - Os semi-produtos e os respetivos processos de fabrico	19
Tabela 10 - Características e aplicações dos elastómeros para aplicações gerais	21
Tabela 11 - Propriedades das borrachas mais usadas no fabrico de pneus	22
Tabela 12 - Características e aplicações dos elastómeros para aplicações especiais	22
Tabela 13 - Características e aplicações dos elastómeros especiais	23
Tabela 14 - Aditivos que visam alterar as propriedades físicas e mecânicas do composto de borracha	24
Tabela 15 - Aditivos que visam auxiliar no processo de fabrico	24
Tabela 16 - Aditivos que intervêm na vulcanização	25
Tabela 17 - Quadro-resumo dos equipamentos usados na vulcanização (adaptado de [25])	28
Tabela 18 - Etapas para a cura de um pneu numa prensa de vulcanização (adaptado de [34])	31
Tabela 19 - Estudos sobre a otimização dos parâmetros de vulcanização	38
Tabela 20 - Quadro-resumo dos vários tipos de <i>layout</i>	39
Tabela 21 - Estratégias de otimização de <i>layouts</i>	40
Tabela 22 - Fatores que restringem um <i>layout</i> (adaptado de [49])	41
Tabela 23 - Exemplos de <i>softwares</i> de modelação	42
Tabela 24 - Características dos três tipos de processos de montagem [56]	43
Tabela 25 - Princípios para facilitar o processo de montagem (adaptado de [42])	44
Tabela 26 - Elementos do projeto inerentes a cada um dos níveis de trabalho	53
Tabela 27 - Entidades responsáveis pelo projeto do canal 6B	54
Tabela 28 - Diferenças entre o modelo HF CK52 <i>standard</i> e as prensas instaladas na Continental Mabor	58
Tabela 29 - Ligações na rede de tubagens	59
Tabela 30 - Tipos de equipamentos que fazem parte do <i>kit</i> de vapor	61
Tabela 31 - Valores de diâmetros e espessuras correspondentes, em mm, para um valor de 80 de <i>Schedule</i>	62
Tabela 32 - Tipos de equipamentos no sistema de ventilação e climatização	63
Tabela 33 - Intervenções no projeto dos tapetes transportadores	65
Tabela 34 - Perigos associados às prensas de vulcanização e mecanismos de segurança aplicáveis	67
Tabela 35 - Intervenientes no projeto de acordo com a área de intervenção	70

Tabela 36 - Ideias para a otimização das prensas <i>standard</i>	70
Tabela 37 - Válvulas e equipamentos no <i>kit</i> de vapor para o aquecimento interno.....	72
Tabela 38 - Válvulas e equipamentos para o <i>kit</i> de vapor para o aquecimento externo	74
Tabela 39 - Análise crítica das soluções de otimização para os tapetes de descarga das prensas	79
Tabela 40 - Seleção de ideias principais	82
Tabela 41 – <i>Adapter frame</i> : locais de fixação.....	84
Tabela 42 – Quadros elétricos da prensa modificada: etapas da sua integração	85
Tabela 43 - Quadro de alimentação geral: etapas da sua integração	87
Tabela 44 - Integração dos painéis de controlo	88
Tabela 45 – Tapetes de descarga: resolução do problema do comprimento	91
Tabela 46 - Tapete principal: etapas da sua integração	94
Tabela 47 - Tapete superior: etapas da sua integração.....	95
Tabela 48 - <i>Hotte</i> : etapas da sua integração	97
Tabela 49 - Aspetos a considerar na montagem dos equipamentos	99
Tabela 50 - Acessórios usados nas tubagens dos <i>kits</i> de vapor do canal 6B	101
Tabela 51 - Tabela de decisão sobre o tipo de ligação aos acessórios do <i>kit</i> de vapor para aquecimento interno	101
Tabela 52 - Tipos de flanges	102
Tabela 53 - Escolha do tipo de flanges	103
Tabela 54 - Principais características dos revestimentos <i>Conti®thermo-Protect (Continental Mabor)</i> ...	104
Tabela 55 - Avaliação do atravancamento do <i>kit standard</i> – <i>aquecimento interno</i>	105
Tabela 56 - Etapas para a integração da solução 0	107
Tabela 57 - Avaliação do atravancamento do <i>kit standard</i> - aquecimento externo	109
Tabela 58 - Barreiras de proteção na zona 1: etapas do seu projeto.....	114
Tabela 59 – Barreiras de proteção na zona 2: etapas do projeto.....	116
Tabela 60 – Barreiras de proteção no nível subterrâneo: etapas do anteprojecto	118
Tabela 61 - Layout para prensas CK52 <i>standard</i> : intervenções necessárias	123
Tabela 62 - Sequência de montagem	124
Tabela 63 - Tempos médios da instalação dos projetos.....	125
Tabela 64 - Etapas de montagem do projeto	127
Tabela 65 - Plano de manutenção para o canal 6B	128
Tabela 66 - Análise ao cumprimento dos objetivos propostos para o projeto	139

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Objetivos	1
1.3	Metodologia utilizada.....	2
1.4	Estrutura da Dissertação.....	3
1.5	Empresa de acolhimento	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	Indústria automóvel	7
2.1.1	Importância da Indústria Automóvel na economia mundial.....	7
2.1.2	Importância da Indústria Automóvel na economia nacional	8
2.1.3	Principais pilares da Indústria Automóvel.....	10
2.2	Indústria de Pneus.....	13
2.2.1	Os pneus.....	13
2.2.2	Sequência de fabricação.....	17
2.2.3	Tipos de borrachas e respetivas propriedades.....	20
2.2.4	Processo de vulcanização	25
2.2.5	Equipamentos para vulcanização	27
2.2.6	<i>Layout</i> de instalações de vulcanização de pneus	32
2.2.7	Ferramentas utilizadas na vulcanização	34
2.2.8	Parâmetros do processo.....	36
2.3	Layouts	39
2.3.1	Linhas de produção e montagem.....	39
2.3.2	Teorias de otimização de linhas de produção	40
2.3.3	Restrições	41
2.4	Projeto Mecânico	42
2.4.1	<i>Softwares</i> de modelação	42
2.4.2	Montagem de subsistemas	43
2.4.3	Organização e integração de subsistemas	45
3	DESENVOLVIMENTO.....	49
3.1	Caracterização da empresa	49

3.2	Caracterização do processo	51
3.3	Descrição do problema	52
3.4	Descrição dos sistemas	54
3.4.1	Estrutura do canal	55
3.4.2	Prensas de vulcanização	55
3.4.3	Rede de tubagens	58
3.4.4	<i>Kits</i> de vapor	60
3.4.5	<i>Hotte</i> e sistemas de ventilação	63
3.4.6	Rede de tapetes transportadores de pneus	64
3.4.7	Corredor de limpeza	65
3.4.8	Outros subsistemas	65
3.5	Metodologia	67
3.6	Tempestade de ideias	70
3.6.1	Grupo de análise	70
3.6.2	Ideias	70
3.6.2.1	Prensas de vulcanização	70
3.6.2.2	<i>Kits</i> de vapor	71
3.6.2.3	Corredor de limpeza	75
3.6.2.4	Mecanismos de segurança	76
3.6.3	Análise crítica técnica	77
3.6.3.1	Prensas de vulcanização	77
3.6.3.2	<i>Kits</i> de vapor	80
3.6.3.3	Corredor de limpeza	81
3.6.3.4	Mecanismos de segurança	82
3.6.4	Seleção de ideias principais	82
3.7	Primeira fase de integração	82
3.7.1	Integração das prensas de vulcanização	83
3.7.1.1	Adapter frame	83
3.7.1.2	Suporte dos pneus	85
3.7.1.3	Quadros elétricos	85
3.7.1.4	Painel de Controlo	87
3.7.1.5	Tapetes de descarga	91
3.7.1.6	Unidades hidráulicas	92
3.7.2	Integração da Rede de Tapetes Transportadores	93
3.7.2.1	Tapete principal	93
3.7.2.2	Tapete Superior	94
3.7.2.3	Quadro elétrico	96
3.7.3	Integração da <i>Hotte</i> e sistema de ventilação	96
3.7.3.1	<i>Hotte</i>	96
3.7.3.2	Sistema de Ventilação	97

3.8	Projeto dos sistemas.....	98
3.8.1	<i>Kits</i> de vapor.....	98
3.8.1.1	Kit de vapor para o aquecimento interno.....	105
3.8.1.2	Kit para o aquecimento externo.....	109
3.8.2	Mecanismos de segurança.....	112
3.9	Segunda fase de integração.....	119
3.9.1	<i>Kit</i> de vapor – aquecimento interno.....	119
3.9.2	<i>Kit</i> de vapor – aquecimento externo.....	120
3.10	Montagem.....	122
3.10.1	Definição de <i>Layout</i>	122
3.10.1.1	<i>Layout</i> para prensa CK52 personalizada.....	122
3.10.1.2	<i>Layout</i> para prensa standard.....	123
3.10.2	Sequência de montagem.....	123
3.10.3	Organização/ <i>Planning</i> de montagem.....	125
3.10.4	Manual de montagem.....	127
3.11	Análise da conservação.....	128
3.11.1	Planos de manutenção.....	128
3.12	Análise crítica do projeto.....	132
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	139
4.1	Proposta de trabalhos futuros.....	140
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	145
6	ANEXOS.....	153

INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

1.2. Objetivos

1.3. Metodologia utilizada

1.4. Estrutura da dissertação

1.5. Empresa de acolhimento

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A indústria automóvel é, nos dias de hoje, um poderoso pilar da economia mundial. A comodidade que os automóveis e os restantes meios de transporte terrestres vieram trazer, leva a que a indústria automóvel seja alvo de uma constante evolução e, consequente, de uma constante procura. Ser produtor para a indústria automóvel implica exigência, tanto a nível da qualidade, como na variedade e no custo.

Os pneus são elementos indispensáveis em qualquer automóvel. Como é possível deduzir, o seu processo produtivo é algo complexo e engenhoso, que requer uma forte intervenção da engenharia. Sendo um componente de grande importância para a indústria automóvel, torna-se imperativa a sua produção em massa, levando a que seja necessário um compromisso entre a qualidade do produto e o custo de produção. Este compromisso é conseguido através da otimização do processo produtivo.

Quando, por um lado, existe a ânsia de melhorar o processo de fabrico, por outro lado, existe o desejo e a necessidade de expansão, levando a que tenha de ser feito um grande esforço por parte das empresas, quer a nível organizacional, quer a nível tecnológico. E é nesta lógica em que se contextualiza a presente dissertação: a criação e integração de um novo canal – que resulta de um processo de expansão da empresa de acolhimento –, e a otimização do processo de fabrico associado.

1.2 Objetivos

O desafio relatado no presente trabalho nasceu face à necessidade de expansão de uma empresa produtora de pneus. A aquisição de novas prensas de vulcanização exige o desenvolvimento de um novo canal, e o projeto do mesmo implica a intervenção de variadas áreas da engenharia. Nesse sentido, foi traçado o objetivo de integrar os vários projetos de especialidade para a obtenção de um *layout* global do canal 6B, isento de erros.

Deste modo, desafia-se eliminar os erros de conceção numa fase inicial do projeto, procurando fazer uma melhoria, quer no funcionamento do processo de vulcanização, quer na acessibilidade a todos os elementos do processo.

O projeto em questão envolve a intervenção nos seguintes pontos:

- Projeto 3D e 2D do *kit* de vapor das prensas;
 - Desenhos de montagem e de definição;
- Integração das várias especialidades no projeto do canal 6B (otimização do *layout*)
 - Integração do *kit* de vapor e das tubagens principais;
 - Integração das prensas de vulcanização;
 - Integração da *Hotte* e sistema de transporte de pneus;
 - Integração da rede elétrica e rede de *sprinklers*.
- Elaboração do perfil do canal 6B (*layout*)

1.3 Metodologia utilizada

O método usado para desenvolver o projeto apresentado nesta dissertação, seguiu as etapas apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Metodologia utilizada

Etapa	Descrição
1	Análise ao processo produtivo da empresa, em particular, a vulcanização de pneus;
2	Desenvolvimento de projetos introdutórios na empresa de acolhimento, que serviram de base para o projeto de tese: tanque de condensados, novo <i>kit</i> de tubagens para uma prensa de vulcanização;
3	Revisão de conceitos teóricos sobre o tema em questão;
4	Análise dos projetos intervenientes no canal 6B;
5	Análise ao projeto de engenharia civil e execução de <i>layout</i> inicial;
6	Análise ao projeto da rede de tubagens e integração no <i>layout</i> ;
7	Análise ao projeto dos tapetes transportadores e integração no <i>layout</i> ;
8	Análise aos requisitos impostos pela empresa de acolhimento para as prensas de vulcanização e estudo da viabilidade das alterações;
9	Execução das modificações no desenho das prensas e integração no <i>layout</i> ;
10	Integração da Unidade Hidráulica de Potência e Unidade de Arrefecimento de óleo;
11	Implementação das barreiras de segurança;
12	Estudos dos <i>kits</i> de vapor e avaliação de soluções;
13	Execução do desenho 3D/2D dos <i>kits</i> e integração no <i>layout</i> ;
14	Análise à <i>Hotte</i> e ao corredor de limpeza;
15	Análise do <i>layout</i> .

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, os quais estão descritos seguidamente.

No primeiro capítulo é feito um enquadramento geral do projeto, permitindo que o leitor conheça os objetivos que foram delineados para o desenvolvimento deste trabalho. Encontra-se também descrita a metodologia adotada e uma breve apresentação da empresa, que serviu de base para o trabalho apresentado nesta dissertação.

O segundo capítulo, designado por Revisão Bibliográfica, diz respeito à contextualização teórica com todos os conceitos que fundamentam a dissertação.

O terceiro capítulo, com o nome Desenvolvimento, apresenta a evolução do trabalho desenvolvido na empresa, assim como todo o raciocínio lógico que foi levado a cabo. Neste capítulo são também apresentadas todas as ideias que visam solucionar a problemática apresentada, e, como complemento, uma análise crítica às mesmas.

No quarto capítulo, intitulado Conclusões, é feita uma última análise ao trabalho desenvolvido e são apresentadas as principais conclusões do projeto, em que medida este foi benéfico e são ainda feitas sugestões para trabalhos futuros.

Por último são apresentados as referências bibliográficas e os anexos.

1.5 Empresa de acolhimento

A dissertação descrita neste documento foi fruto de um estágio curricular, com a duração de seis meses – entre abril e setembro de 2018 –, realizado na empresa Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A. Esta empresa está localizada em Lousado, Vila Nova de Famalicão. A orientação tutorial por parte da empresa esteve a cargo do Eng.º Nuno Costa.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Indústria automóvel

2.2. Indústria de Pneus

2.3. *Layouts*

2.4. Projeto mecânico

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indústria automóvel

2.1.1 Importância da Indústria Automóvel na economia mundial

A indústria automóvel (IA) é, nos dias de hoje, um impulsionador da economia mundial, apresentando-se como uma indústria completamente globalizada e em constante desenvolvimento, estando na vanguarda da tecnologia. No entanto, este crescimento não foi rápido, tendo tido o seu início na segunda metade do século XIX, com o desenvolvimento dos motores, e, posteriormente, com os primeiros veículos motorizados. A necessidade de produção em massa destes veículos inovadores, fez nascer as primeiras linhas de produção nos Estados Unidos da América [1].

O impacto desta indústria na economia faz-se sentir em vários aspetos, quer seja nos exorbitantes valores de negócios, quer nos numerosos postos de trabalho criados, quer ainda na ponte que cria entre muitas outras indústrias, desde a têxtil à metalomecânica [2]. De facto, a necessidade de intervenção das mais variadas áreas da indústria, levou a que a IA atingisse uma forte globalização. A IA tem os seus principais pilares na produção de automóveis e no fabrico dos componentes. Segundo dados da Organização Internacional dos Construtores de Automóveis (OICA), registaram-se no setor da produção/montagem de veículos, para o ano de 2017, os valores de produção apresentados na tabela 2 [3].

Tabela 2 - Veículos produzidos em 2017, a nível mundial [3]

Categoria	Valor (unidades)
Carros	73 546 531
Veículos comerciais	23 846 003
Total	97 302 003

Verificou-se ainda um aumento de produção de 2,6% em relação ao ano anterior. A oscilação nos valores da produção automóvel é muito comum, uma vez que são inúmeros os intervenientes nesta indústria, necessitando de incluir fatores como o poder de compra dos consumidores, ou até mesmo, o preço do petróleo que influencia os transportes. A estes elevados valores de veículos produzidos, corresponde um equivalente retorno financeiro. Na tabela 3 encontram-se os valores, em euros, associados ao setor automóvel no panorama mundial, no ano de 2017, fornecidos pela OICA [3].

Tabela 3 - Valores, em euros, resultantes do impacto do setor automóvel na economia mundial, em 2017 [3]

Áreas de Impacto Financeiro	Valor (em euros)
Volume de negócios	1 889 840 milhões
Investimentos	84 801 milhões
Receitas fiscais	433 160 milhões

Como é perceptível, o setor automóvel exerce uma enorme influência na economia mundial, sendo responsável, no ano de 2017, pela existência de aproximadamente 8,5 milhões de postos de trabalho, espalhados por todo o mundo [3].

2.1.2 Importância da Indústria Automóvel na economia nacional

No início do século XX, a indústria automóvel encontrava-se numa fase quase que embrionária, sendo limitado o acesso ao mercado automóvel para os portugueses. De facto, os automóveis teriam de ser importados e eram feitos à “medida” do comprador. Essa possibilidade de personalização do automóvel, deu origem, uns anos mais tarde, ao surgimento dos primeiros “carroçadores” em Portugal [4], ofício esse que atualmente se destaca no âmbito da indústria automóvel nacional.

No entanto, apesar de se ter tentado estabelecer uma indústria automóvel estruturada em Portugal, o projeto não foi desenvolvido devido, em grande parte, ao facto de Portugal não ter uma cultura tecnológica estabelecida. Efetivamente, após a segunda Grande Guerra, Portugal ainda apresentava uma mão-de-obra pouco qualificada e uma economia muito fechada [2]. Nessa filosofia, o governo vigente decidiu impor vigorosas quotas de importação sobre os veículos, na tentativa de obrigar as marcas estrangeiras a começarem a produzir em Portugal. De facto, nessa altura surgiram as primeiras ligações às produtoras estrangeiras – como, por exemplo, a *Opel* e a *Ford* –, mas devido às leis portuguesas bastante restritas e à baixa qualificação da indústria nacional, as produtoras focaram-se apenas na aquisição de alguns componentes automóveis [4].

O *boom* da indústria automóvel em Portugal começa a dar-se na década de 80, graças à flexibilização das leis anteriormente existentes e ao surgimento do projeto *Renault*, que permitiu um aumento da qualificação dos recursos humanos. Portugal começa então a destacar-se na indústria dos componentes automóveis e inicia também algumas linhas de montagem. Alguns anos mais tarde, na década de 90, o projeto Autoeuropa é enraizado em Palmela, permitindo uma rápida expansão da indústria automóvel em Portugal [4].

Nos dias de hoje, Portugal é um forte fornecedor da indústria automóvel mundial, sendo um dos maiores fabricantes de veículos da Europa, destacando-se na área das carroçarias, com empresas como a *Toyota Caetano* e a *Mitsubishi Fuso Trucks Europe*. Para além dos veículos, Portugal é um importante fornecedor de componentes

automóveis [5]. A figura 1 realça a distribuição das principais marcas automóveis pelo território português, quer a nível da montagem de veículos, quer na produção de componentes.

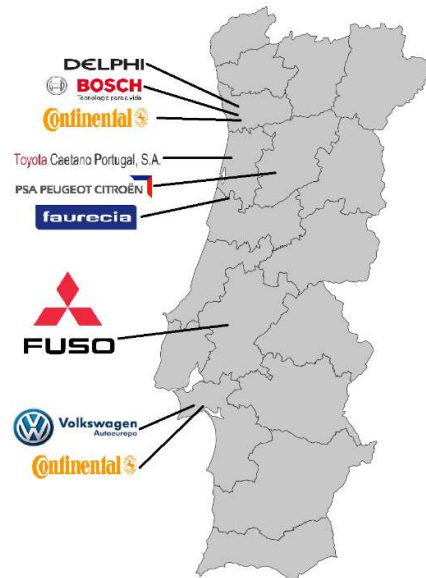


Figura 1 - Distribuição dos fabricantes da indústria automóvel no território português (adaptado de [5])

É notório o impacto positivo que a Indústria Automóvel tem na economia portuguesa, atuando como um elemento dinamizador em dois grandes vetores. Destes impactos, é importante salientar a afetação nos recursos humanos, uma vez que as empresas instaladas em Portugal levaram à criação de postos de trabalho, e por outro lado, conduziram a uma maior qualificação dos trabalhadores. O outro grande vetor tem um impacto direto na economia, graças ao elevado valor gerado pela exportação de veículos e componentes.

No ano de 2013, a Associação Automóvel de Portugal (ACAP) fez um balanço do impacto de todo o setor automóvel, com os dados apresentados na tabela 4 [6]. Verifica-se então que o setor automóvel, no âmbito da produção, tem uma forte influência na economia nacional, destacando-se quer na montagem de veículos, quer no fabrico de componentes. Segundo dados da OICA [3], a produção de veículos em Portugal tem oscilado, com variações na ordem dos 3%, no entanto, em 2017, registou-se um aumento de 22,7% na produção automóvel, em relação a 2016, perfazendo um total de 175 544 veículos produzidos.

Tabela 4 - Balanço do setor automóvel, a nível nacional, no ano de 2013 (Adaptado de [6])

Área de impacto	Valores
Emprego	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Distribuído por 28 mil empresas; ✓ Representa 2,7% do emprego; ✓ 140 mil postos de trabalho direto.
Volume de negócios	✓ 24 mil milhões de euros.
Exportação	✓ Representa 19,8% do total de produtos exportados.
Receitas Fiscais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Receitas superam os 6 mil milhões de euros; ✓ Representam 4% do PIB (Produto Interno Bruto); ✓ Correspondem a 21% do total das receitas fiscais.

De acordo com a Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel (AFIA), o setor da produção dos componentes tem também um forte impacto na economia, e regista, para o ano de 2017, os dados apresentados na tabela 5 [7].

Tabela 5 - Balanço do setor de fabrico de componentes, a nível nacional, no ano de 2017 (Adaptado de [7])

Área de Impacto	Valores
Emprego	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Distribuído por 220 empresas (<1% da indústria transformadora); ✓ 50 000 postos de trabalho (equivalente a 7% da indústria).
Volume de negócios	✓ 10 mil milhões de euros.
Exportação	✓ Representam 14% da exportação de bens transacionáveis.
Receitas Fiscais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Receitas aliadas às exportações na ordem dos 8,5 mil milhões de euros; ✓ Representam 5% do PIB.

2.1.3 Principais pilares da Indústria Automóvel

A indústria automóvel tem tido, desde a sua criação, uma evolução sem precedentes. Verifica-se, desde início do século XX até aos dias de hoje, um elevado volume de veículos produzidos, sendo que, atualmente, essa produção é dirigida a diversos mercados e extratos sociais. O que antigamente era um luxo, hoje é uma comodidade, tornando num frenesim toda a indústria automóvel, que tem de cumprir os requisitos ao detalhe para conseguir a produção ideal. O próprio cliente tornou-se também mais ativo e dinâmico, levando a uma maior exigência na produção.

Nesse sentido, os produtores para a indústria automóvel, desde os fabricantes dos veículos aos fabricantes dos componentes, têm de estabelecer um compromisso entre a qualidade dos produtos, a variedade que apresentam e o custo. Aliados a estes valores, objetiva-se uma constante otimização, tanto a nível de produto, como a nível de processo de fabrico. Deste modo, pode-se afirmar que a indústria automóvel assenta em três pilares essenciais, ilustrados na figura 2.

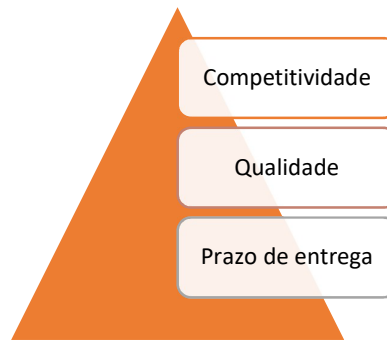


Figura 2 - Principais pilares da Indústria Automóvel (Autoria própria)

Competitividade

A grande exigência exercida pelos consumidores – o compromisso qualidade/preço –, leva a que a indústria, em geral, tenha de entrar numa constante evolução, procurando, por um lado, atingir os mais elevados patamares da vanguarda tecnológica, e por outro, garantir preços competitivos, recorrendo assim a mão-de-obra mais económica. O rácio qualidade/preço é algo que as empresas procuram manter balanceado, mudando estratégias na produção, sendo que o sucesso neste campo é o que torna a empresa mais ou menos competitiva [8].

Segundo Porter [9], são vários os fatores que influenciam a competitividade num negócio, que podem ser facilmente transpostos para a indústria automóvel:

- Surgimento de novos concorrentes, isto é, novas empresas que surgem no mercado, tentando marcar a sua posição, podendo apresentar novas ideias a preços mais competitivos;
- Poder de negociação dos compradores que são os destinatários dos produtos, e por isso, as suas exigências têm uma importância máxima;
- Poder de negociação dos fornecedores, uma vez que têm grande influência na qualidade e no preço final;
- Ameaça de substituição dos novos produtos, ou seja, produtos que são desenvolvidos por outras empresas e que podem vir a tirar outros produtos do mercado.

Qualidade

Um outro grande pilar da indústria automóvel é a qualidade. O parâmetro da qualidade faz-se sentir em vários ramos, quer seja na qualidade que é exigida pelo consumidor final, quer pela qualidade que é estabelecida pelas normas de segurança, ou aquela que é marcada pelos requisitos de sustentabilidade ambiental.

Para que a qualidade seja garantida, todo o setor automóvel fica sujeito a auditorias e avaliações constantes, uma vez que a qualidade de um produto é afetada por todas as suas etapas de processamento, desde a qualidade da matéria-prima, ao método escolhido para o processo de fabrico. Por este motivo, todos os fabricantes, fornecedores e meios envolventes, ficam sujeitos a processos de auditoria e certificação [8].

A certificação tem ganho bastante importância no meio industrial, sendo atualmente, a garantia de qualidade de um produto. De facto, a certificação apresenta-se hoje em dia como uma pré-condição para a entrada no universo industrial, como é o caso da norma ISO/TS 16949. Esta norma é tida como um referencial para a indústria automóvel e diz respeito à gestão dos sistemas de qualidade, apresentando os principais requisitos para a aplicação da ISO 9001:2008¹ para a produção automóvel e organizações associadas. Estas certificações permitem que as empresas ganhem credibilidade e transmitam a confiança necessária para os consumidores, no que toca à qualidade [10].

Prazo de entrega

O prazo de entrega reflete outra exigência imposta pelo consumidor final, que afeta, novamente, não só o produto, mas também toda a cadeia de fornecedores e subfornecedores. No entanto, o compromisso de garantir o mínimo prazo de entrega não é fácil de se conseguir, tendo em conta a dispersa distribuição geográfica dos fornecedores e produtores automóveis [11].

De forma a garantir que os produtos seriam produzidos de forma rápida sem comprometer a qualidade, foram desenvolvidas técnicas e ideais de produção, como a filosofia *just-in-time* (JIT). De acordo com esta estratégia, a indústria produz apenas o necessário e orienta-se pelos pedidos dos consumidores, conseguindo uma garantia de que os fornecedores também fornecem apenas o necessário, existindo um maior controlo dos materiais e matérias-primas, conseguindo-se uma redução de tempos de entrega e de custos [12].

Como a redução do prazo de entrega não está só dependente do produtor, estabelecem-se acordos entre fornecedores e clientes que visam garantir que o fornecedor tem a capacidade de produção exigida, e que consegue atingir determinados prazos de entrega. O Processo de Aprovação de Peças de Produção (PPAP) surge no sentido de garantir esse compromisso, tratando-se de um documento

¹ Conjunto de normas referentes à gestão da qualidade focada na satisfação dos clientes, definidas pela Organização Internacional de Normalização (ISO).

standard, entregue pelos fornecedores, onde estes garantem o cumprimento dos prazos e da quantidade de produção exigida [11].

2.2 Indústria de Pneus

2.2.1 Os pneus

O pneu é o objeto que faz a interface entre o veículo e a estrada, sendo um elemento indispensável para que haja movimento. De facto, um veículo apenas se consegue mover devido ao atrito que a superfície do pneu consegue criar em relação ao solo. Por outro lado, é também o pneu que suporta toda a carga do veículo e absorve as irregularidades encontradas na estrada. Deverá ainda garantir a estabilidade do veículo quando este trava, acelera ou curva, mesmo quando as condições da estrada são adversas, contendo gelo, neve ou água [13].

A constituição do pneu

Regista-se que os primeiros pneus consistiam num revestimento de couro, com incorporações de cobre e ferro, usado para proteger as primitivas rodas de madeira. Muitos anos mais tarde, em 1846, Robert Thomson patenteou o primeiro pneu (figura 3) – um tubo de ar de origem elastómera, que era fixo às rodas de madeira da carruagem para facilitar o seu movimento e fazê-lo de forma mais silenciosa. A descoberta da vulcanização da borracha por Charles Goodyear em 1841, veio permitir a evolução dos pneus [14].

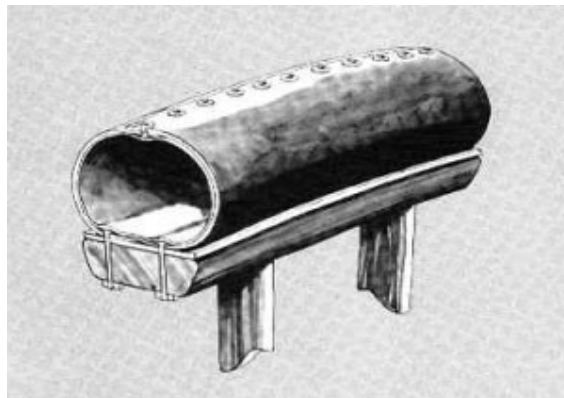


Figura 3 - Pneu desenvolvido por Robert Thomson, em 1845 [13]

Atualmente, os pneus apresentam uma composição bem mais complexa, de forma a preencherem todos os requisitos que têm de cumprir, em termos de *performance*, e durabilidade. Nesse sentido, existe também uma grande variedade de pneus a serem vendidos no mercado, podendo ser encontrados em vários tamanhos e configurações, como os pneus de neve ou os pneus de Verão. Esta designação é mais comum em países com condições atmosféricas mais extremas, em que é necessário trocar de

pneus a meio do ano, por exemplo, no Inverno têm de adotar pneus de neve, e no Verão adotar pneus para pisos secos.

A figura 4 apresenta os constituintes de um pneu para automóveis ligeiros.

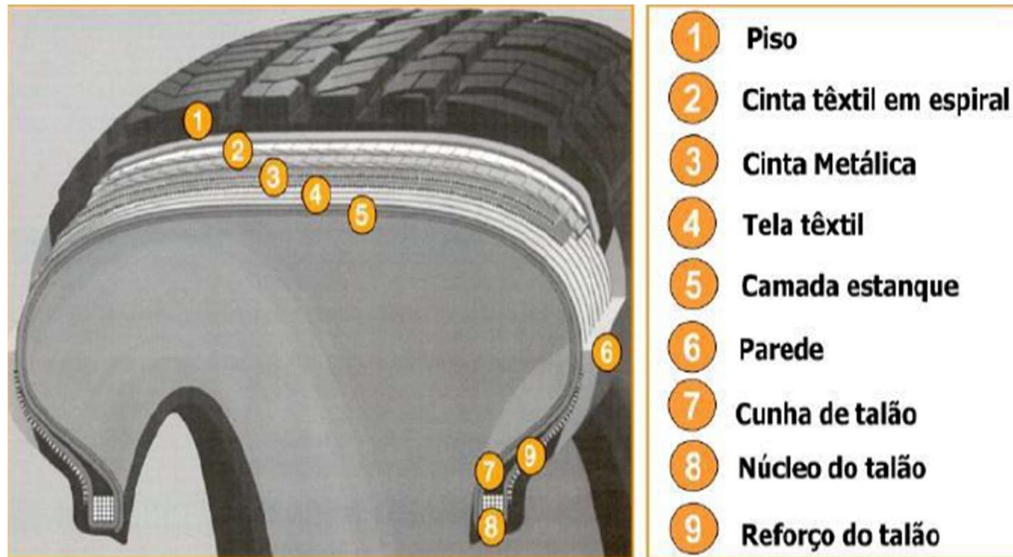


Figura 4 - Os componentes de um pneu [15]

O piso (1) é a parte do pneu que se encontra em contacto com a estrada, sendo, portanto, o componente mais espesso do pneu. Numa camada inferior, estão dispostas cintas têxteis (2) e metálicas (3) – consoante a natureza do fio que é impregnado na borracha –, e são responsáveis por garantir que é mantida a pressão do ar dentro do pneu. A tela têxtil (4) funciona como um reforço estrutural, e a camada estanque (5) serve para garantir que não existam fugas de ar, devido à baixa permeabilidade do material que a constitui. As paredes do pneu (6) servem como um reforço, assegurando uma maior resistência do pneu [13]. Por último, estão dispostos os talões, estando representados em três partes: cunha (7), núcleo (8) e reforço (9).

Na tabela 6 é possível consultar um quadro-resumo com as principais funções de cada um dos componentes de um pneu, assim como os materiais que os constituem [16].

Uma das funções da parede lateral é disponibilizar informações sobre o pneu, permitindo que os consumidores consigam não só identificar facilmente o tipo do pneu, mas também recolher outras informações, tais como o fabricante, o país de origem, entre outros. Na figura 5 está ilustrado um pneu com as respetivas informações.

Tabela 6 - Quadro-resumo das funções e materiais dos componentes do pneu

Componente	Função	Material
Piso	Garantir adesão à estrada e tração; Atribuir resistência ao desgaste; Garantir a estabilidade direcional	Borracha natural/sintética
Cinta têxtil em espiral (reforço)	Promover comodidade a altas velocidades	Borracha com <i>nylon</i> impregnado
Cintas metálicas	Manter a forma do pneu; Garantir estabilidade direcional	Borracha com fios metálicos impregnados
Tela têxtil	Reforço estrutural	<i>Rayon</i> (fibra sintética) ou poliéster
Camada estanque	Garantir a vedação do ar dentro do pneu	Borracha sintética
Parede lateral	Proteger o pneu dos impactos externos e da degradação atmosférica	Borracha natural
Reforço do talão	Garantir a estabilidade direcional	Borracha impregnada com <i>Nylon</i> , <i>rayon</i> ou poliéster
Cunha de talão	Garantir a estabilidade direcional; Melhorar o conforto	Borracha sintética
Núcleo do talão	Garantir a fixação do pneu à jante	Cabo de aço revestido com borracha

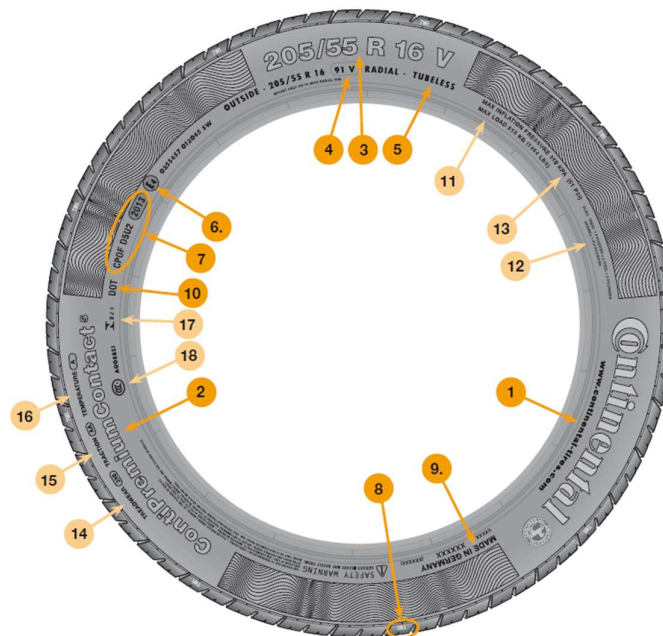


Figura 5 - Informações inscritas no pneu [16]

Na tabela 7 encontra-se a informação que está associada aos números apresentados na figura 5. De notar que os pneus fabricados em países europeus, apenas apresentam

as informações referenciadas até ao número 9, inclusive, por isso, foi dada mais importância a essas informações [17].

Tabela 7 - Descrição das informações inscritas nos pneus [16]

Número	Informação
1	Fabricante (logótipo, <i>site</i>)
2	Nome do produto
3	Tamanho do pneu com o formato: "A/B C D" A – Altura do pneu em mm; B – rácio percentual altura/largura; C – tipo do pneu (assume a letra R para pneus radiais); D – diâmetro da jante em polegadas
4	Índice de carga: carga máxima admissível representada por um indicador numérico; índice de velocidade: velocidade máxima permitida, representada por uma letra.
5	Tipo de pneu: radial sem câmara de ar
6	Indicação de que o pneu segue as normas internacionais. Representado pela letra E, seguida de um número que varia consoante o país.
7	Código do fabricante, indicando a data de manufatura (número da semana e o ano)
8	Indicador do desgaste do pneu: barras inscritas na borda do pneu, que se vão desgastando à medida que o piso se desgasta, sendo um método prático para avaliar o desgaste do pneu.
9	País onde foi fabricado.

Materiais que constituem os pneus

A evolução da complexidade dos pneus é também visível no tipo de material que os constituem, pois, atualmente, os pneus são materiais compósitos altamente elaborados. À medida que a tecnologia tem evoluído, os materiais que constituem o pneu têm sido reajustados e têm ganho novos propósitos, como por exemplo, facilitar o processo de fabrico.

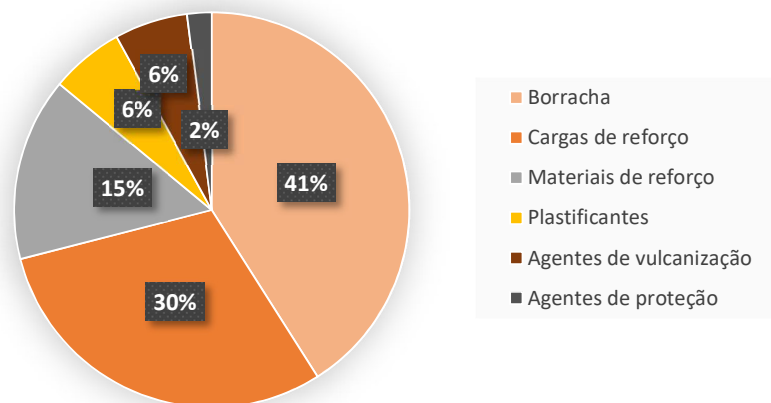


Figura 6 - Materiais que constituem o pneu (adaptado de [16])

De facto, com recurso à figura 6 é possível verificar que os pneus são constituídos maioritariamente por borracha, seja ela natural ou sintética. Associados à borracha estão outros elementos, nomeadamente, cargas de reforço, plastificantes, agentes de vulcanização e agentes de proteção (entre outros), que são implementados quer para facilitar o processamento do polímero, quer para conferir melhores propriedades ao composto de borracha. Toda a informação referente à borracha é abordada no capítulo 2.2.3.

Para além do composto de borracha, os pneus são também constituídos por materiais de reforço, cuja finalidade é conferir resistência e estabilidade ao pneu. Os materiais de reforço mais usados são o poliéster, o *nylon* e o *rayon*, sendo que em determinados casos, também se aplica aramida. Na tabela 8 encontram-se as vantagens e desvantagens do uso destes materiais.

Tabela 8 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de reforços [17]

Material	Vantagens	Desvantagens
Poliéster	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Baixo preço; ✓ Alta resistência; ✓ Baixa contração do material. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fraca resistência ao calor em comparação com o rayon ou nylon.
<i>Nylon</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elevada resistência mecânica; ✓ Resistente ao calor. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Forte tendência para dilatar quando submetido a temperaturas elevadas.
<i>Rayon</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Grande estabilidade dimensional; ✓ Resistente ao calor. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elevado preço; ✓ Sensível à humidade; ✓ Problemas ambientais no seu processamento.
Aramida	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alta resistência e rigidez; ✓ Resistente ao calor. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elevado preço; ✓ Difícil de processar (cortar).

2.2.2 Sequência de fabricação

Os pneus são compostos complexos, cuja fabricação requer um forte acompanhamento pela parte da engenharia. Apesar de atualmente os pneus serem mais evoluídos do que no momento da sua criação, o seu processo de fabrico não sofreu grandes alterações. Na figura 7 encontram-se as principais etapas para o fabrico de um pneu.

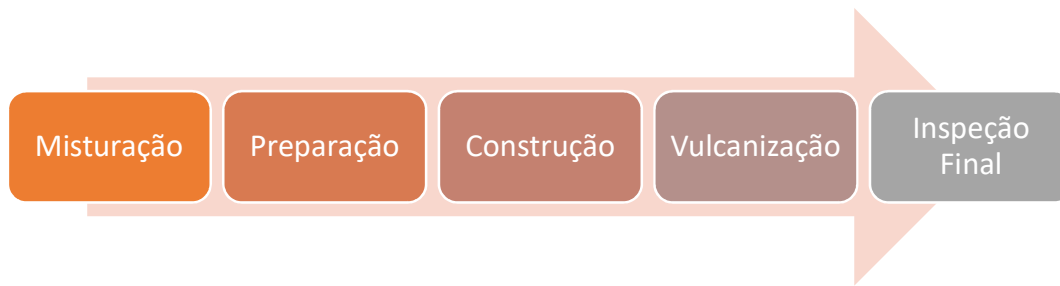


Figura 7 - Etapas na fabricação de um pneu (Autoria própria)

Misturação

A misturação, como o próprio nome indica, consiste em misturar os materiais que constituem os pneus. A correta mistura de materiais é fundamental, tornando-se necessário assegurar que as quantidades de cada um dos ingredientes são respeitadas, e, garantir a qualidade dos mesmos. Então, numa fase inicial, os materiais são pesados e a sua qualidade é analisada, uma vez que durante o seu transporte algumas propriedades poderão ter sido alteradas.

O armazenamento dos materiais antes de estes serem processados é um fator relevante, pois uma grande parte dos materiais conseguem manter as suas propriedades quando são armazenados à temperatura ambiente. No entanto, alguns materiais como, por exemplo, a borracha natural, quando exposta a baixas temperaturas ou até mesmo à temperatura ambiente, corre o risco de cristalizar, tornando-se mais dura [18].

Depois de feita a seleção dos materiais, os polímeros, as cargas de reforço e os restantes aditivos são combinados numa misturadora. Neste processo, são controlados vários parâmetros de acordo com as especificações, dos quais se salientam a temperatura, a potência, o tempo de ciclo e a velocidade do rotor da misturadora [13]. Depois de misturado, o aglomerado de materiais passa por rolos que o transforma em folhas, prontas a ser armazenadas e levadas para a etapa seguinte. Geralmente, é colocado um revestimento na superfície das folhas, prevenindo que estas se colem durante o armazenamento/transporte [17].

Preparação

Numa segunda etapa, os materiais são processados, originando semi-produtos que serão montados numa fase seguinte. Diferentes processos de fabrico são realizados de forma a obter os semi-produtos, sendo uns realizados a quente e outros a frio, passando por calandras, extrusoras e máquinas de corte. Na tabela 9 encontra-se uma listagem do processo de fabrico associado a cada semi-produto.

Tabela 9 - Os semi-produtos e os respetivos processos de fabrico

Processo de fabrico	Semi-produto
Extrusão (a quente)	Talões, piso e paredes laterais.
Calandragem (a frio)	Telas, cintas e camada estanque.

Antes de passarem pelas extrusoras, calandras e/ou máquinas de corte, alguns materiais necessitam de um pré-processamento, como é o caso das fibras têxteis que irão ser impregnadas em borracha. Os fios de origem têxtil são fornecidos em bobines. Numa fase inicial é necessário entrelaçar os fios, de forma a criar uma larga folha de tecido. Posteriormente, esta folha é embebecida num adesivo de latex que irá reforçar as ligações entre o tecido e a borracha e, seguidamente, é sujeito a um tratamento térmico. Já os cabos de aço são fornecidos em bobines onde se encontram enrolados individualmente, não havendo necessidade de fazer um pré-processamento.

Ao ser realizada a calandragem, uma folha fina de borracha passa por uma calandra de quatro rolos que pressiona a borracha e a entranha entre os fios entrelaçados no tecido. Este composto é depois envolvido num rolo que, geralmente, é de polipropileno, evitando a adesão entre as duas superfícies. Quer os compostos com fios têxteis, quer os de origem metálica, são posteriormente cortados, havendo a necessidade, em alguns casos, de alterar a sua orientação.

No caso dos materiais que têm de ser submetidos à extrusão, geralmente, têm de passar por um pré-aquecimento. Numa fase seguinte, o material passa por uma fieira que lhe confere a forma final, sendo posteriormente arrefecido [13].

Construção

Nesta etapa, dá-se a montagem dos semi-produtos obtidos na fase anterior. A montagem dá-se em duas fases. Numa primeira fase é montada a carcaça, que é constituída pelos seguintes componentes: a camada estanque, os talões, alguns dos reforços, e as paredes laterais. Estes componentes são montados num tambor que pode ser rodado e extraído no final da primeira fase. Numa segunda fase, a carcaça passa para um novo tambor, cujo diâmetro é superior ao anterior, permitindo que numa etapa posterior, o pneu entre dentro do diafragma (componente da vulcanização, abordado na secção 2.2.7). Neste segundo tambor são assemblados os reforços, a tela e o piso, formando um novo produto, o pneu “cru” ou pneu “verde” [17].

Vulcanização

A vulcanização designa o processo de cura da borracha, que permite que a borracha atinja as propriedades mecânicas necessárias para que o pneu consiga desempenhar

as suas funções. Na secção 2.2.4 é feita uma análise mais pormenorizada desta matéria.

Inspeção Final

Numa fase final é inspecionada a qualidade do pneu, através de métodos visuais, manuais ou automáticos. A inspeção final inclui os seguintes tópicos:

- Polimento e corte das eventuais rebarbas criadas durante o processo de fabrico;
- Inspeção visual de cada pneu, de forma a detetar defeitos de moldagem, como, por exemplo, bolhas na superfície do pneu;
- Inspeções com radiação X, que permitem verificar parâmetros, tais como, o espaçamento entre os filamentos (têxteis ou metálicos).

Frequentemente, são realizadas amostragens com propósitos estatísticos de forma a avaliar a durabilidade e a uniformidade dos pneus. Entre estas avaliações são também analisados outros parâmetros como a conicidade e desvio radial (concentricidade) [14].

2.2.3 Tipos de borrachas e respetivas propriedades

A borracha natural é um polímero constituído por longas cadeias de moléculas de isopreno, e pode ser encontrada numa variedade de plantas um pouco por todo o mundo. A borracha é extraída do latex, cuja fonte principal é a planta *Hevea brasiliensis*. Depois de colhida, a borracha passa por processos de biossíntese e outros processamentos, até ser apresentada ao mercado [19].

Embora a borracha natural tenha sido encontrada há alguns séculos atrás, o uso da borracha na indústria começou apenas a ser destacado a partir do final do século XIX. Nos séculos 16, 17 e 18, era grande o interesse no desenvolvimento da borracha, no entanto não se conseguia ultrapassar o entrave que este material apresentava, pois, tinha a capacidade de se tornar duro e frágil em ambientes frios, e demasiado pegajoso em temperaturas quentes. Só no final do século XIX, com a descoberta da vulcanização, é que se conseguiu controlar as propriedades deste material, facilitando a invenção de novas utilizações para o mesmo [18].

Por outro lado, face ao elevado preço da borracha natural no início do século XX, surgiu a necessidade de reproduzir a borracha, nascendo a borracha sintética [19]. A borracha sintética surge não só como uma concorrente da borracha natural, mas também serviu para ser usada como complemento à borracha natural. Nos dias de hoje, é grande a variedade de borrachas existentes e é grande a diversidade de substâncias que as complementam.

Laroverket AB [18] divide os vários tipos de borracha nas categorias apresentadas seguidamente:

- Elastómeros² para aplicações gerais;
- Elastómeros para aplicações especiais;
- Elastómeros especiais.

Na tabela 10 encontra-se explícito quais são os elastómeros que fazem parte do grupo dos elastómeros para aplicações gerais, e também as principais características das borrachas pertencentes a este grupo [19]. Destaca-se que este grupo de elastómeros apresenta baixo preço, elevada resistência à abrasão e elevada resistência à tração.

Tabela 10 - Características e aplicações dos elastómeros para aplicações gerais

Tipos de borracha	Aplicações	Principais características
Borracha natural (NR)	Pneus, vedantes, calçado, adesivos, cateteres.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fraca resistência à radiação UV, oxigénio e ozono; ✓ Fraca resistência ao ataque químico (ácidos) e a óleos. ✓ Fácil processamento; ✓ Elevada resiliência.
Borracha de poliisopreno (IR)		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elevada resiliência; ✓ Boa tensão de rotura em ambientes quentes; ✓ Menor tendência para cristalizar em comparação com a NR.
Borracha de estireno butadieno (SBR)	Pneus, telas transportadoras, solas de sapatos; mangueiras	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Boa durabilidade; ✓ Resiliência inferior à NR; ✓ Fraca resistência a óleos, oxigénio, ozono e radiação UV.
Borracha de butadieno (BR)	Calçado, telas transportadoras, pneus (junção com outros polímeros)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Excelente flexibilidade a baixas temperaturas; ✓ Elevada resiliência; ✓ Fraca tração em superfícies molhadas (desvantagem na indústria dos pneus); ✓ Dificuldade na extrusão; ✓ Dificuldade em partir-se durante a misturação.

² De acordo com a norma “ISO 1382:1996 – *Rubber Vocabulary*”, um elastómero é descrito como um “material macromolecular que recupera rapidamente a sua forma e dimensões iniciais, após cessar a aplicação de uma tensão”. Já a borracha é um “elastómero que já está ou que pode ser modificado para um estado no qual é essencialmente insolúvel, (...)”, e que no seu estado modificado não pode ser reprocessado para uma forma permanente por aplicação de calor e pressão moderadas.”

De facto, é nesta categoria onde se inserem as borrachas mais usadas na indústria dos pneus. A tabela 11 apresenta as principais propriedades e características das borrachas mais usadas no fabrico de pneus.

Tabela 11 - Propriedades das borrachas mais usadas no fabrico de pneus

Propriedade	NR, vulcanizada [20]	IR [21]	SBR [22]
Densidade, g/cm ³	0,95	0,91	0,95
Dureza, Shore A	30-100	30-90	35-95
Tensão de rotura, MPa	28,0	12-30	7-28
Extensão após rotura, %	100-80	125-850	125-850
Temperatura máxima de serviço, °C	88,0	80,0	90
Temperatura mínima de serviço, °C	-55,0	-45,0	-40,0

Na tabela 12 podem-se consultar as principais características e aplicações dos elastómeros destinados a aplicações especiais [19].

Tabela 12 - Características e aplicações dos elastómeros para aplicações especiais

Tipos de borracha	Aplicações	Principais características
Borracha de etileno-propileno (EPDM)	Cablagem; vedantes para janelas e portas dos carros	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fácil processamento; ✓ Excelente resistência à radiação UV, oxigénio e ozono; ✓ Fraca resistência a óleos; ✓ Excelentes propriedades elétricas.
Borracha butilo (IIR)	Camadas estanque de pneus; diafragmas das prensas de vulcanização; isolamento de vibrações; cablagens.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Boa resistência ao oxigénio, ozono e radiação UV; ✓ Boa impermeabilidade a gases; ✓ Boa fricção a pisos molhados; ✓ Fraca resistência a óleos.
Borracha de cloropreno (CR)	Adesivos, telas transportadoras, calçado, mangueiras; insufláveis	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Boa resistência a óleos; ✓ Inflamável; ✓ Boa resistência ao ozono; ✓ Boa resistência ao envelhecimento e à degradação devida às condições ambientais.
Borracha de acrílico nitrilo ou borracha de nitrilo (NBR)	Revestimentos para mangueiras, solas de sapatos, telas transportadoras	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Boa resistência a óleos.

Na tabela 13 estão apresentados alguns exemplos de elastômeros especiais, bem como, as suas principais aplicações e características [19].

Tabela 13 - Características e aplicações dos elastômeros especiais

Tipos de borracha	Aplicações	Principais características
Borracha acrílica (ACM)	Vedantes, revestimento para cabos, tubagens e mangueiras, adesivos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Boa resistência a óleos; ✓ Fraca <i>performance</i> a baixas temperaturas; ✓ Boa resistência ao oxigénio, ozono e radiação UV.
Borracha de silicone (PMQ, MQ, VMQ)	Cablagem, equipamentos médicos, componentes para indústria automóvel e aeroespacial	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Boa resistência a altas temperaturas; ✓ Boa resistência a óleos; ✓ Boa resistência ao oxigénio, ozono e radiação UV.
Borracha de Fluoro-silicone (FPQ)		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para além das anteriores, apresenta boa resistência a solventes.

Como já mencionado, a borracha não é comercializada na sua forma “crua”, uma vez que a sua composição apresenta alguns obstáculos no que diz respeito, por exemplo, ao seu armazenamento e à sua capacidade de ser processada. Nesse sentido, são vários os componentes que são adicionados à borracha. Estes aditivos têm como objetivo facilitar o processo de fabrico e, também, melhorar as propriedades físicas e mecânicas da borracha. Alguns dos aditivos podem, por vezes, ter mais que uma função, dependendo também da quantidade que é acrescentada ou da natureza do aditivo. De forma a obter uma melhor organização dos aditivos, optou-se por dividir os mesmos em três categorias, relativas às funções que estes desempenham. Na figura 8 apresentam-se as três principais funções que os aditivos podem desempenhar.



Figura 8 - Funções dos aditivos (Autoria própria)

A borracha, para além de ser um material viscoso e moldável, apresenta outras propriedades mecânicas e físicas que limitam a sua utilização. Nesse sentido, são acrescentados aditivos que procuram alterar essas mesmas propriedades, e/ou que visam conferir uma proteção a um determinado composto. Na tabela 14, é possível consultar alguns desses aditivos, assim como as suas funções e exemplos de substâncias usadas.

Tabela 14 - Aditivos que visam alterar as propriedades físicas e mecânicas do composto de borracha

Tipos de aditivos	Função	Exemplos
Agentes de proteção	Prevenir contra o ataque de oxigênio ou ozono, pois a oxidação leva a que a borracha fique pegajosa e o ataque por ozono origina fissuras na superfície da borracha [23].	Antioxidantes: componentes à base de fenol, fosfitos ou aminas [24]. Agentes de prevenção ao ataque de ozono: derivados de p-fenilenodiamina.
Agentes anti-estáticos	Conferir condutividade elétrica para reduzir a acumulação de cargas estáticas.	Derivados de aminas.
Biocidas/fungicidas	Proteger contra a dispersão dos fungos e o ataque bacteriano na borracha, causado devido à exposição a ambientes quentes e húmidos [19].	Ésteres de ácidos gordos.
Agentes “esponjantes”	Dar à borracha uma configuração esponjosa [19].	Inorgânicos: bicarbonato de sódio; orgânicos: ADCA (azodicarbonamida)
Cargas de reforço (<i>fillers</i>)	Incremento da tensão e alongamento na rotura, aumento da resistência à abrasão; redução do custo.	Negro de fumo, argila, sílica.
Desodorizantes	Alterar o odor da borracha, podendo neutralizar o odor da borracha ou conferir outros odores. [19]	Perfumes de baunilha ou de rosas.
Retardantes de fogo	Aumentar a resistência da borracha à combustão [19]	Hidróxido de alumínio, fosfatos.
Pigmentos	Dar à borracha uma cor permanente [19].	Pigmentos brancos: óxido de zinco. Pigmentos com coloridos: óxido de ferro.

Por outro lado, são adicionadas substâncias à borracha que atuam diretamente no processo de fabrico. Estes aditivos são indicados na tabela 15.

Tabela 15 - Aditivos que visam auxiliar no processo de fabrico

Tipos de aditivos	Função	Exemplos
Promotores de adesão	Melhorar a adesão entre as fibras (têxteis ou metálicas) e a borracha	Ligações borracha – fibras têxteis: hexametileno; Ligações borracha – fibras metálicas: sais de cobalto.
Dissecantes	Remover a água que se acumula nas cargas de reforço, uma vez que o excesso de água leva a um aumento da porosidade do material e dificulta a adesão das fibras [19].	Óxido de cálcio

Tipos de aditivos	Função	Exemplos
Agentes de pegajosidade (<i>tackifiers</i>)	Conferir pegajosidade suficiente, garantindo que durante a construção, os vários semi-produtos se mantêm unidos.	Resinas alifáticas e resinas politerpénicas.
Desmoldantes	Facilitar a extração do material nos moldes [19].	Agentes à base de silicone.
Plastificantes	Diminuir a viscosidade; melhorar a molhagem de cargas e pigmentos; reduzir a elevação de temperatura e diminuir o consumo de potência na misturação [25].	Origem animal: lanolina; Origem vegetal: óleo de pinho; Origem mineral: derivados de petróleo.

Por último, podem ainda ser acrescentadas substâncias que intervêm no processo de vulcanização (a rever na secção 2.2.4). Estas substâncias estão descritas na tabela 16.

Tabela 16 - Aditivos que intervêm na vulcanização

Tipos de aditivos	Função	Exemplos
Aceleradores	Acelerar o processo de vulcanização, aumentando a eficiência da reticulação [24].	Aldaído-aminas, guanidinas.
Ativadores	Ativar as reações de vulcanização [25].	Óxido de zinco
Agentes Anti-reversão	Evitar a reversão das reações no processo de cura [24].	Carboxilatos de zinco
Inibidores	Retarda a reticulação, garantindo que esta ocorra no momento adequado [19].	Ácido benzoico, ácido salicílico

Os diferentes tipos de borrachas mencionados apresentam algo em comum, pois trata-se de materiais com altos coeficientes de atrito, baixa permeabilidade aos gases, alta resistência, alta absorção de energia e resistência à fadiga. No entanto, todos eles são processados e aglomerados com outros materiais, de forma a atingirem as propriedades pretendidas. O projeto de um produto em borracha requer o estudo das condições em que o produto final vai estar inserido, no que diz respeito não só a condições ambientais, mas também, às solicitações a que vai estar sujeito.

2.2.4 Processo de vulcanização

O processo de cura, designado por vulcanização, surge com o propósito de colmatar os problemas que impediam o uso da borracha, sendo um dos procedimentos mais importantes no processamento da mesma. A descoberta da vulcanização é atribuída a Charles Goodyear, tendo sido o primeiro a usar este procedimento em 1841, em Springfield, Massachusetts. Um ano mais tarde, Thomas Hancock usa os mesmos métodos e regista a primeira patente em Inglaterra. Desde essa época, a indústria da borracha entrou numa evolução constante com a aplicação da vulcanização, não só a borrachas naturais, mas também, a borrachas sintéticas [14].

A vulcanização é um processo químico que promove a reticulação das moléculas da borracha, isto é, potencia as ligações intermoleculares. A reticulação é, no fundo, um reforço criado entre as ligações moleculares, tornando o composto mais robusto. No entanto, é importante salvaguardar que a intensidade de reticulação deve ser também regulada, pois, por exemplo, um excesso na reticulação pode tornar o composto frágil. A reticulação sintética é conseguida através da adição de substâncias, designadas como agentes de vulcanização (ou *crosslinks*) (ver figura 9).

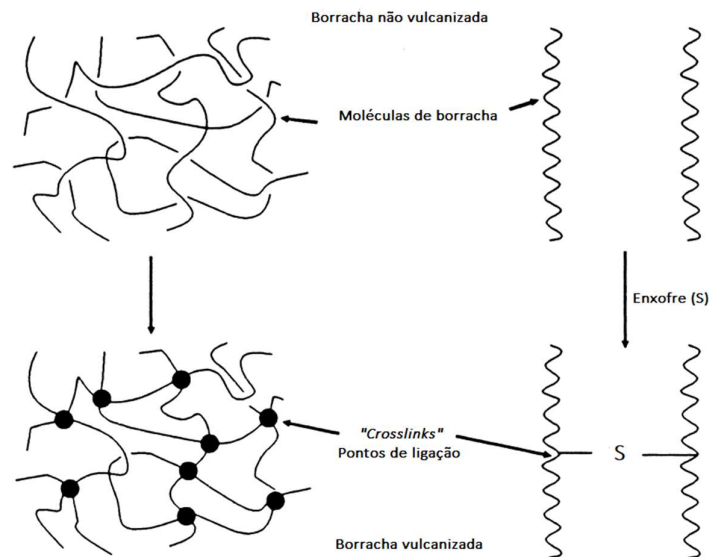


Figura 9 - O fenómeno da reticulação da borracha (adaptado de [14])

O agente de reticulação mais comum é o enxofre, visto ser eficaz, apresentar baixo preço e apresentar grande compatibilidade com outros aditivos [26]. Porém, realizar a vulcanização recorrendo apenas ao enxofre, requer temperaturas elevadas e poderá ser um processo bastante moroso. Desta forma, como já foi referido, são acrescentados outros aditivos que são cuidadosamente pensados [14]. O processo de vulcanização é realizado sob condições específicas de pressão e temperatura, sendo um processo que consome bastante energia, e, por isso, é bastante dispendioso [27]. Consequentemente, existem parâmetros, para além dos aditivos, que são otimizados com o objetivo de tornar este processo mais eficaz. O ciclo de cura deve iniciar no momento adequado, permitindo que o composto de borracha tenha tempo suficiente para ser bem misturado, e para se garantir que este assume a forma correta, isto porque, depois da vulcanização a borracha torna-se insolúvel e rígida. Por outro lado, deve ser possível acelerar o processo quando necessário e pará-lo no momento certo, de forma a se atingirem tempos de vulcanização práticos e eficazes [28]. Os parâmetros que envolvem a vulcanização são abordados na secção 2.2.8.

A otimização da cura da borracha, permite o melhoramento das suas propriedades mecânicas. Torna-se possível aumentar a elasticidade da borracha, isto é, consegue-se reduzir ao máximo a deformação permanente da borracha após a remoção das forças

de deformação, permitindo que esta mantenha a sua forma a longo prazo. A borracha é assim transformada, passando de um composto moldável e viscoso, para um produto flexível e durável. Assim sendo, a vulcanização desempenha um papel muito importante no fabrico dos pneus, uma vez que o “pneu verde”, para além de ganhar a forma desejada, ganha também as propriedades físicas e mecânicas necessárias para que cumpra as funções a que está destinado. Os pneus, depois de vulcanizados, registam um aumento na rigidez, na dureza e na resistência à abrasão [14].

2.2.5 Equipamentos para vulcanização

A realização da vulcanização implica o recurso a diversos equipamentos para o efeito. Nesta secção apresentam-se alguns dos equipamentos usados na vulcanização da borracha, com maior destaque na vulcanização de pneus.

Equipamentos para a vulcanização: produtos de borracha em geral

Para a vulcanização da borracha são usados vários métodos, estando cada um deles associado a um equipamento específico. Na figura 10 destacam-se alguns dos equipamentos usados na cura de produtos em borracha.

Prensa de compressão	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamento constituído por moldes pré-aquecidos, dentro dos quais a borracha é pressionada e aquecida, ganhando a sua forma final.
Prensa de injeção	<ul style="list-style-type: none"> • A vulcanização do produto dá-se pela injeção de borracha, previamente plastificada, num molde pré-aquecido.
Prensa Rotocure	<ul style="list-style-type: none"> • O material a vulcanizar é apresentado sob a forma de folhas, que são pressionadas por uma cinta de aço contra um tambor aquecido.
Vulcanização em autoclave	<ul style="list-style-type: none"> • O equipamento consiste num reservatório cilíndrico que contém no seu interior vapor pressurizado.
Vulcanização em banho de sais (LCM – <i>Liquid curing medium</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • A borracha extrudida é submersa num tanque, no qual contém uma mistura de sais aquecidos. O contacto da borracha com o banho de sais, provoca a vulcanização da borracha.
Vulcanização com radiação de alta frequência (UHF – <i>ultra high frequency</i>) ou micro-ondas	<ul style="list-style-type: none"> • A vulcanização da borracha é conseguida através da imposição de um campo eletromagnético que provoca a excitação das moléculas bipolares da borracha. O movimento oscilante originado, resulta num aumento da temperatura da borracha.

Figura 10 - Equipamentos para a vulcanização de borracha [29]

Cada um dos equipamentos referidos acima, tem características específicas, sendo que a escolha do mesmo irá depender do tipo do produto vulcanizado que se pretende obter. Na tabela 17 apresenta-se um quadro-resumo dos diversos equipamentos

usados na cura da borracha, sendo possível consultar as suas especificações e aplicações.

Tabela 17 - Quadro-resumo dos equipamentos usados na vulcanização (adaptado de [25])

Tipo de equipamento	Características				Exemplo de aplicação
	Quanto ao nº de etapas de processamento	Forma definitiva aquando da vulcanização	Tipo de energia usada	Pressão	
Prensa de compressão	Descontínuo	Sim	Vapor de água; fluido térmico; energia elétrica.	Sim	Pneus
Prensa de injeção	Descontínuo	Sim	Energia elétrica	Sim	Vedantes para automóveis
Prensa rotocure	Contínuo	Sim	Vapor de água	Sim	Correias transportadoras
Autoclave	Descontínuo	Sim	Vapor de água; energia elétrica	Sim	Mangueiras e tubos para radiadores
Banho de sais	Contínuo	Não	Energia elétrica; combustão de gás	Não	Perfis de borracha
Radiação de alta-frequência ou micro-ondas	Contínuo	Não	Radiação de alta-frequência	Não	Produtos com grande espessura

Equipamentos para a vulcanização: o caso particular dos pneus

Ao fazer uma análise à vulcanização dos pneus, está-se a examinar um processo extremamente automatizado. Desta forma, é insuficiente mencionar as prensas de vulcanização, pelo que se torna importante referir todos os equipamentos que lhe estão adjacentes.

Sistemas de suporte

A colocação dos pneus nas prensas pode ser feita manualmente, no entanto, isso requer que um operário esteja sempre a colocar o pneu na prensa, assim que esta acabe um ciclo. Por outro lado, ao ser um operário a colocar o pneu na prensa, leva a

que haja um contacto mais próximo entre o homem e a máquina, aumentando o risco de acidentes. Nesse sentido, foram criados mecanismos (ver figura 11) que suportam um ou mais pneus, enquanto a prensa realiza o seu ciclo. Possuem ainda a capacidade de rodar, colocando sempre um pneu ao dispor da prensa. Todavia, o mecanismo requer, da mesma forma, o abastecimento manual.



Figura 11 - Sistema de suporte rotativo [30]

Tapetes transportadores

Depois do pneu ser vulcanizado, tem de ser transportado para a fase seguinte. Para esse efeito são usados tapetes transportadores (ver figura 12), que são usados também noutras fases do processo de fabrico, servindo para o transporte, mas também para arrefecer o material. Por este último motivo, os tapetes terão de ser feitos de um material que resista a altas temperaturas, sendo bastante comum o recurso a politetrafluoroetileno reforçado com fibra de vidro ou, noutros casos, o tapete é revestido a borracha de silicone [19].



Figura 12 - Exemplo de tapetes transportadores [31]

Prensas de vulcanização

As prensas de vulcanização (consultar figura 13) apresentam duas funções: realizar a cura do material polimérico e gravar o desenho do piso no pneu, ganhando este a sua forma definitiva. A cura pode ser representada por um ciclo de pressão e temperatura que dura, habitualmente, entre 10 a 15 minutos para um pneu de um veículo ligeiro [19]. No entanto, estes valores variam bastante com a morfologia do pneu e com a sua espessura. As características deste ciclo são conseguidas pela entrada e saída de fluidos, que exercem determinada pressão e conformam o pneu, e por outro lado, permitem o aquecimento que irá fazer a cura. Desta forma, associada à prensa de vulcanização, existe uma vasta rede de tubagens e unidades de tratamento que fazem o transporte e processamento destes fluidos.

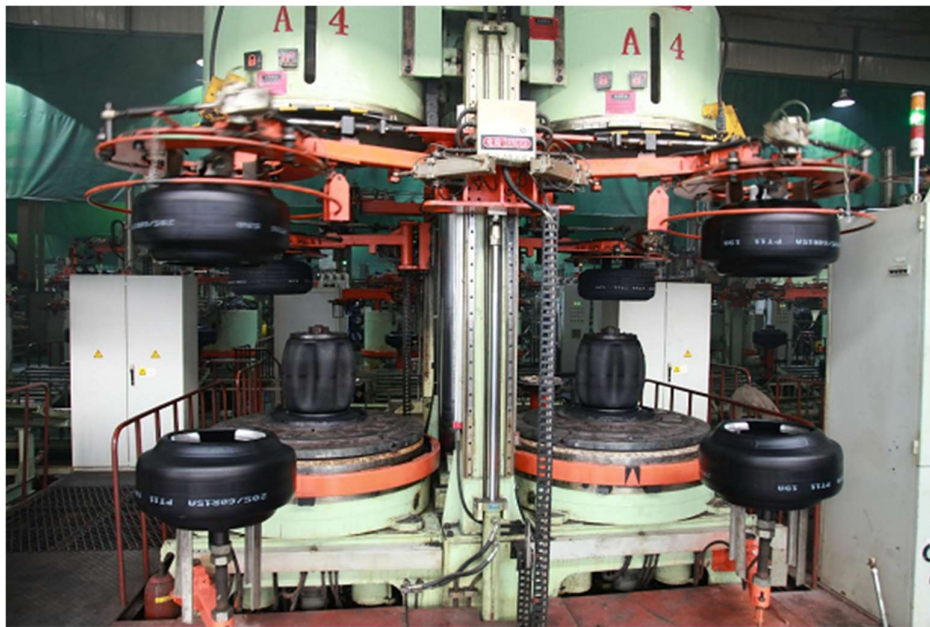


Figura 13 - Prensa de vulcanização [32]

O fluido usado para o aquecimento é o vapor de água. Neste caso, a água é aquecida até um ponto em que se dá a sua vaporização, e assim transforma toda a sua fase líquida numa fase gasosa, passando o vapor por uma fase de saturação húmida até uma fase de saturação seca [33]. O uso do vapor de água tem as suas vantagens e desvantagens, que estão ilustradas na figura 14.


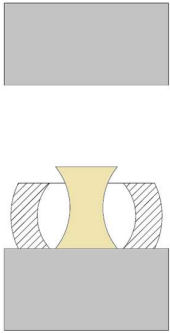
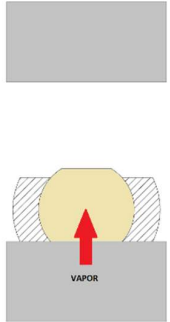
	<ul style="list-style-type: none">+ Pequenas oscilações de temperatura;+ Aquecimento económico.	<ul style="list-style-type: none">- Exige uma manutenção cuidada e frequente;- Exige manutenção cuidada dos sistemas de alimentação de vapor e o tratamento da água;- Ocorrência frequente de fugas de vapor;- Exige bom isolamento da rede.
---	--	---

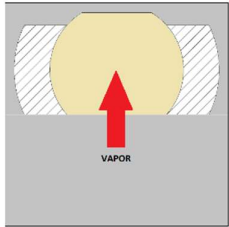
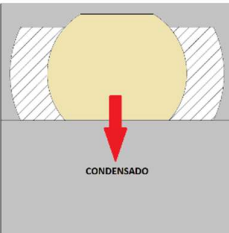
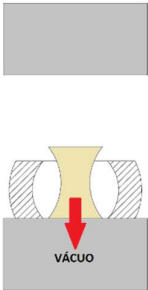
Figura 14 - Vantagens e desvantagens do uso de vapor de água [32]

As prensas mais comuns na vulcanização de pneus são constituídas por dois moldes posicionados lado-a-lado, possuindo assim a capacidade de vulcanizar dois pneus, simultaneamente ou em ciclos dessincronizados. Os moldes são constituídos por duas partes, superior e inferior, e são aquecidos pelo vapor de água, tanto na parte interior, por intermédio do diafragma, como na parte exterior [13]. O diafragma, também designado como saco de vulcanização, está em contacto direto com o pneu e tem a capacidade de transferir a pressão que está no seu interior para o pneu, comprimindo-o. Na secção 2.2.7, estes componentes serão abordados com mais pormenor.

A tabela 18 apresenta uma esquematização do processo de vulcanização do pneu. Como é possível entender pela tabela 18, são vários os canais de fluídos que intervêm no funcionamento da prensa. De facto, para se dar a cura do pneu na prensa, é necessário vapor de água, a alta e a baixa pressão, vácuo e um canal de drenagem para recolher o vapor que condensa na prensa e arrasta com ele alguns detritos. Aliados a estes canais, existem unidades que realizam o tratamento dos fluídos e produzem vácuo. Para a produção do vácuo é utilizado um conjunto de bombas que induzem um diferencial de pressões, provocando o escoamento no sentido das prensas para a central. Na central encontra-se um reservatório que recebe os fluídos vindos da prensa. Graças a este componente, é possível fazer uma filtragem da água, removendo os seus detritos através de válvulas de purga, reencaminhando-a posteriormente para a estação de tratamento de águas [34].

Tabela 18 - Etapas para a cura de um pneu numa prensa de vulcanização (adaptado de [34])

Etapa	Descrição
1	 <p>Numa fase inicial, as duas metades dos moldes encontram-se separadas, e o diafragma encontra-se sob vácuo. Quando os moldes atingem a temperatura ideal, o “pneu verde” é colocado na prensa com a ajuda dos braços hidráulicos.</p>
2	 <p>Numa segunda etapa, o diafragma, que se encontrava sob vácuo, expande, devido à injeção de vapor de baixa pressão pelo seu interior. Esta fase ajuda no posicionamento correto do pneu, e os moldes estão prontos para fecharem.</p>

Etapa	Descrição	
3		<p>Depois dos moldes fecharem, é introduzido no diafragma vapor a alta pressão, conformando o pneu nas paredes do molde, conferindo-lhe a sua forma final. Nesta fase, dá-se a cura da borracha, propriamente dita.</p>
4		<p>O vapor que fora introduzido no diafragma condensa devido à transferência de calor que ocorre entre o diafragma, o pneu e o molde. Para o arrefecimento ocorrer, pode ser introduzida água fria. O vapor condensado é então extraído pelo canal dos condensados até um reservatório. Geralmente, nestes reservatórios é feita uma filtragem da água, permitindo o seu reaproveitamento.</p>
5		<p>Os moldes são abertos e é aplicado vácuo ao diafragma. O vácuo vai, por um lado, ajudar a aspirar o condensado e, por outro lado, auxilia na extração do pneu. Depois desta fase, o pneu fica vulcanizado e pode ser removido da prensa.</p>

2.2.6 *Layout* de instalações de vulcanização de pneus

Uma unidade de produção de pneus aglomera vários projetos de engenharia. Na secção da vulcanização, fazem parte do *layout* as prensas de vulcanização, os sistemas de suporte dos pneus, a rede de tapetes transportadores, os canais de tubagem e respetivos reservatórios, centrais de produção de vácuo, rede de *sprinklers* e rede elétrica.

Na figura 15 encontra-se ilustrado um exemplo da distribuição dos equipamentos no processo de vulcanização. Geralmente, os sistemas de suporte ficam dispostos na parte da frente da prensa, possibilitando a fácil colocação dos pneus na prensa. Todos os sistemas de tubagens associados à prensa ficam, habitualmente, na parte posterior da mesma, encontrando-se distribuídos por canais subterrâneos. Os pneus podem ser removidos, quer pela parte da frente, quer pela parte posterior da prensa, pelo que os tapetes transportadores são colocados na posição mais vantajosa.

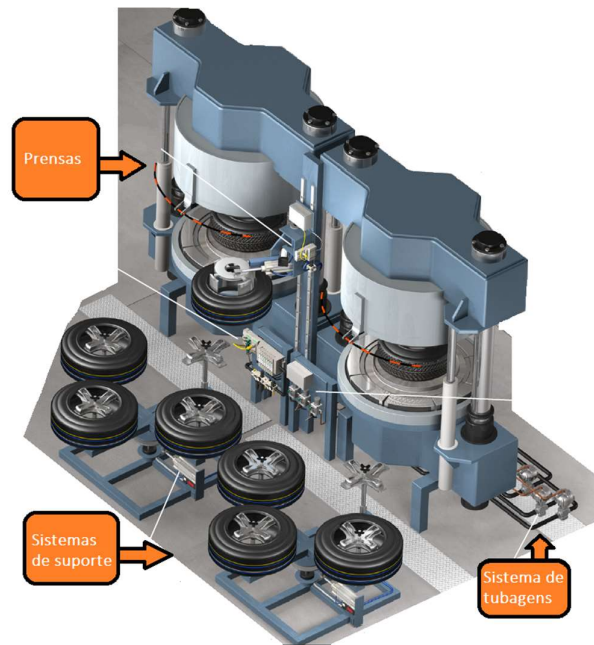


Figura 15 - Disposição dos equipamentos de vulcanização (adaptado de [35])

Os sistemas de tubagens, como já referido, encontram-se em canais subterrâneos e fazem a distribuição e transporte dos fluidos necessários ao funcionamento da prensa. Nos casos em que as prensas de vulcanização fazem a cura de dois pneus, sendo ou não em ciclos sincronizados, torna-se necessário que haja uma duplicação dos canais das tubagens dos fluidos. A figura 16 exemplifica uma possível disposição dos sistemas de tubagens que fazem a entrega/recolha dos fluidos da prensa.

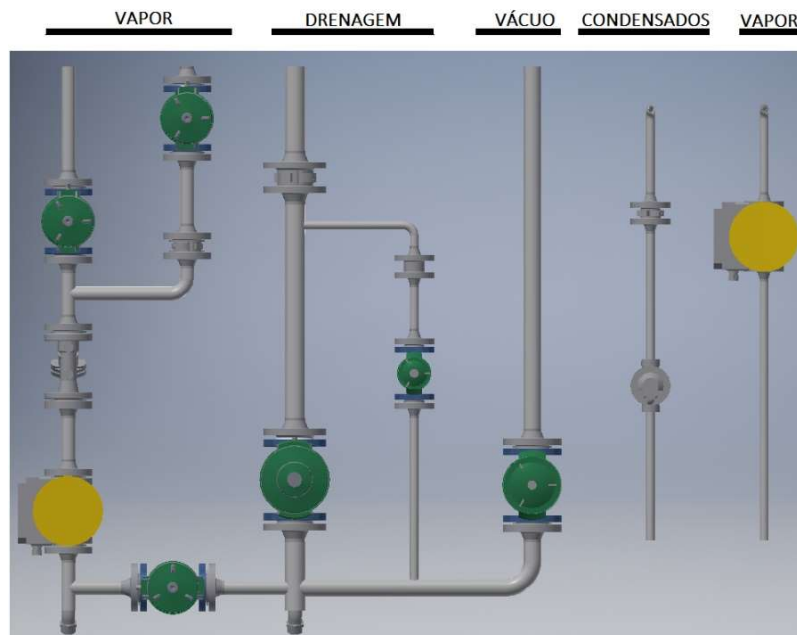


Figura 16 - Exemplo da disposição das tubagens ligadas a uma prensa de vulcanização (Fonte: Continental Mabor)

2.2.7 Ferramentas utilizadas na vulcanização

Existem várias ferramentas ligadas ao processo de vulcanização, sendo algumas delas componentes importantes da própria prensa, e outras são equipamentos que ajudam no controlo do processo. Quanto aos equipamentos que integram a prensa de vulcanização, torna-se importante salientar os moldes e o diafragma.

Moldes

Os moldes usados nas prensas de vulcanização podem ser de dois tipos: inteiros ou segmentados. Ambos os tipos são bastante usados, sendo que a sua utilização depende da tipologia do pneu.

Os moldes inteiros são constituídos por duas partes, estando cada uma delas fixa aos pratos inferior e superior da prensa. Os moldes segmentados geralmente encontram-se repartidos, em 8 ou 9 partes, que se juntam assim que as duas metades do molde fecham. Neste tipo de moldes, consegue-se uma maior aproximação do diâmetro do “pneu verde” ao diâmetro do molde, ou seja, há um melhor ajuste do pneu, minimizando assim a expansão do mesmo [13]. Por outro lado, com o recurso a este tipo de moldes, a remoção do pneu torna-se mais facilitada, uma vez que quando a vulcanização termina, os segmentos do molde se separam [17].



Figura 17 - Maquinação CNC de um módulo de um molde segmentado [36]

Este componente da prensa é construído em oficinas metalomecânicas que garantem o cumprimento das tolerâncias dimensionais requeridas. Para este efeito, utilizam métodos de precisão para a produção dos moldes, como por exemplo, a electroerosão ou a maquinação em Controlo Numérico Computadorizado (CNC) [29] (ver figura 17). A consistência dimensional é algo que é necessário respeitar, não só para garantir a qualidade na definição do desenho do piso dos pneus, mas também para

permitir que o material em excesso consiga escapar da cavidade do molde. Estes moldes são geralmente feitos em aço (com especial resistência à corrosão), e são geralmente submetidos a tratamentos térmicos (como a tempera), de forma a aumentar a sua dureza e aumentar a sua resistência ao desgaste, sendo ainda complementados com um acabamento superficial adequado [19]. A limpeza dos moldes é fator de relevo, sendo necessária a remoção periódica dos detritos que possam ficar presos nas cavidades do molde. Para o efeito utilizam-se vários métodos, como por exemplo, a limpeza com líquidos alcalinos ou a escovagem com escova de arame. Na maioria dos métodos de limpeza é necessário a remoção do molde da prensa, e, nos casos em que o molde fica fora da prensa durante um tempo considerável, é necessário um tratamento para a prevenção do aparecimento de oxidação e corrosão [18].

Diafragma

O diafragma (figura 18) é um componente feito de borracha que, quando expande e é pressurizado a vários bares de pressão, comprime os componentes do “pneu verde” contra a superfície do molde [17]. Para além da compressão, o diafragma é um meio de transmissão de calor, dado que os fluidos quentes que estão no seu interior transferem a sua energia térmica para o pneu.

Os diafragmas apresentam várias geometrias e a escolha da geometria mais adequada vai depender do tipo de prensa e da morfologia do pneu a vulcanizar [29]. Grande parte dos diafragmas apresenta um padrão na sua superfície. O padrão gravado na superfície serve para permitir a circulação do ar entre o diafragma e o pneu, evitando que o ar fique preso, pois, caso não exista a evacuação do ar, pode causar problemas na qualidade final do pneu. Por outro lado, garante um acabamento uniforme da superfície do pneu [37].



Figura 18 – Diafragma [37]

No interior do diafragma são introduzidos fluidos pressurizados e com elevada temperatura. Os fluidos mais comuns são o vapor de água, a água quente sob pressão, vapor de água e um gás inerte, ou somente um gás inerte. O gás inerte mais usado é o azoto, que possui inúmeras vantagens mencionadas seguidamente:

- Permite ciclos de vulcanização mais curtos, tornando o processo mais económico;
- Aumenta a durabilidade do diafragma;
- Aumenta a resistência à corrosão.

O material mais usado no fabrico de diafragmas é a borracha de butilo (IIR), resultando num componente com propriedades adequadas às funções que vai exercer. Estas propriedades estão mencionadas na figura 19 [29].

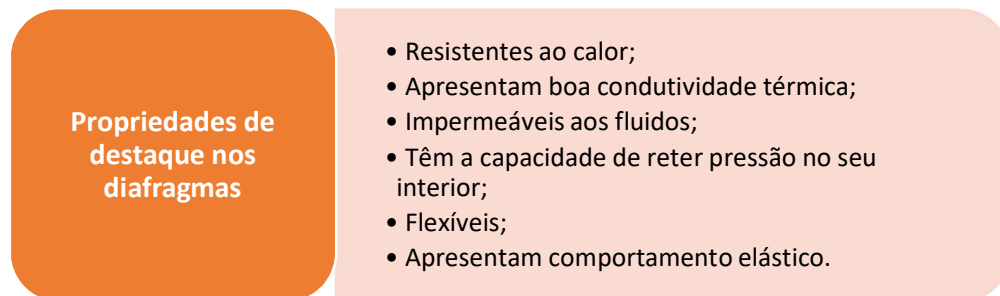


Figura 19 - Propriedades dos diafragmas (adaptado de [29])

Equipamentos para o controlo do processo

Ao longo do processo de vulcanização, são várias as variáveis que têm de ser controláveis, não só na prensa, mas também nas extensas tubagens. É pertinente destacar os termómetros e os manómetros que permitem um controlo da temperatura e da pressão, respetivamente.

2.2.8 Parâmetros do processo

De forma a garantir que o composto de borracha atinja as propriedades idealizadas, no processo de cura tem que se ter em linha de conta as seguintes características: o tempo que decorre até ao início da vulcanização, isto é, a resistência a uma vulcanização prematura, a taxa de reticulação da borracha e o nível de reticulação atingido no final do processo [14]. Para além de se assegurar a qualidade da vulcanização pelo controlo das características mencionadas anteriormente, deve-se também garantir a eficiência do processo, dado que a vulcanização é um processo que envolve um enorme gasto de energia, sendo, portanto, um processo dispendioso [27]. Para o controlo destas características, existe a necessidade de adaptar vários parâmetros no processo de vulcanização, atingindo-se assim um compromisso entre a qualidade final do produto e o custo do processo de fabrico.

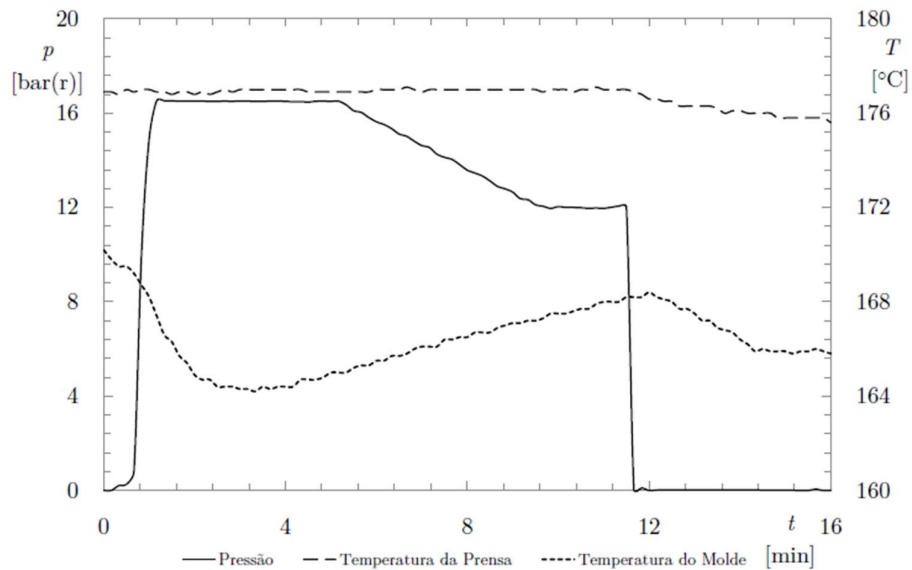


Figura 20 - Ciclo de cura de um pneu [34]

Na figura 20 apresenta-se um ciclo de cura comum para o processo de vulcanização de um pneu para veículos ligeiros. Pela análise direta da figura 20 pode-se aferir que existem três parâmetros principais a serem controlados no processo de vulcanização:

- Tempo de ciclo;
- Pressão do fluido no interior do diafragma;
- Temperatura no molde e na prensa.

Tempo

A definição do tempo ideal de cura é um parâmetro de muita importância, visto que deste depende a qualidade final do pneu. De uma forma geral, existe uma tendência para aumentar o tempo de cura com uma margem de segurança, no sentido de acomodar as variações do composto e do processo. No entanto, este tempo adicional é geralmente desnecessário, levando a um maior custo do processo e a eventuais problemas na qualidade. De acordo com Caetano [29], o tempo total do ciclo de cura reflete as seguintes componentes:

- O tempo necessário para a cura da borracha;
- O fator que corresponde à margem de segurança;
- O tempo necessário para que o sistema atinja a pressão atmosférica após a vulcanização;
- O tempo para a abertura dos moldes da prensa.

Pressão

A pressão permite a conformação do pneu, sendo também um parâmetro de relevo a ser otimizado. A pressão influencia não só na forma, mas também nas propriedades finais, pelo que um aumento de pressão poderá ter um impacto positivo ou negativo, fator que depende do tipo de borracha [38].

Temperatura

A definição da temperatura é também um parâmetro que irá refletir a qualidade do pneu, sendo que se consegue uma otimização das propriedades da borracha quando a cura é feita à menor temperatura possível. Verifica-se que é comum ocorrerem curas a temperaturas elevadas na indústria, de forma a aumentar a cadência de produção, no entanto, aliado a este fator, verifica-se também um aumento do consumo energético [39]. A aplicação de temperatura muito elevada na vulcanização acarreta alguns inconvenientes para além do já mencionado, dos quais se destacam:

- Instabilidade nas ligações químicas, prejudicando a reticulação da borracha [40];
- Maior risco de acidentes, devido ao uso de vapor superaquecido e à ocorrência de fugas;
- Maior custo associado ao isolamento;
- Possibilidade de ocorrer um excesso de cura, originando zonas do pneu demasiado duras [39].

Por outro lado, temperatura demasiado baixa leva a que a cura não se dê na sua totalidade.

Atualmente, as condições ideais de vulcanização dos pneus são parâmetros que ainda são difíceis de determinar, devido ao facto de os pneus serem constituídos por vários materiais, com diferentes espessuras, originando assim partes mais curadas que outras. No entanto, graças aos *softwares* de simulação, é possível fazer uma otimização dos parâmetros de vulcanização. Nesse sentido, foram realizados estudos, alguns dos quais, apresentados na tabela 19.

Tabela 19 - Estudos sobre a otimização dos parâmetros de vulcanização

Autor	Descrição
Wang, et al. [41] (2011)	Os autores recorreram ao Método de Elementos Finitos (MEF) para simular a vulcanização de um pneu radial de largas dimensões. Através do <i>software</i> ABAQUS conseguiram manipular as propriedades que variam com a temperatura, tais como, densidade, calor específico e coeficiente de convecção. Com a alteração dos parâmetros de vulcanização, conseguiram analisar o efeito direto dos mesmos no estado de cura em vários pontos do pneu, e assim, aferiram as condições ideais para a vulcanização.
Pandya, et al. [27] (2013)	Os autores recorreram à Dinâmica de Fluidos Computacional (CFD) para analisar o fluxo da borracha e a transferência de calor que ocorre dentro do pneu durante a vulcanização. Com este estudo, conseguiram simular o comportamento do pneu na vulcanização e analisar a distribuição da temperatura em diferentes pontos do mesmo. Como resultado, conseguiram uma otimização do tempo de cura e uma maior homogeneidade da temperatura ao longo do pneu.

2.3 Layouts

2.3.1 Linhas de produção e montagem

Ao processo de manufatura de um produto estão associadas duas operações principais, a produção e a montagem. Enquanto que a produção consiste no processamento do material, conferindo-lhe uma forma muito próxima da forma final, a montagem consiste na junção de dois ou mais componentes para criam um produto final. O objetivo destas duas etapas é acrescentar valor ao material inicial. No entanto, o objetivo apenas é atingido quando se adotam métodos eficientes para a concretização das etapas.

Os sistemas ligados à manufatura de um produto recaem sobre duas categorias, as instalações e os sistemas de suporte à produção. Enquanto que os últimos dizem respeito aos procedimentos usados para gerir a produção e resolver os problemas técnicos, a parte das instalações refere-se ao equipamento físico e ao arranjo do material na fábrica. Com vista a atingir a maior eficiência neste departamento, são elaborados os *layouts* que organizam, de uma forma lógica, todo o equipamento e estruturas ligadas à produção [42]. Um *layout* bem elaborado contribui para uma melhoria na produtividade e uma redução nos custos, uma vez que torna o processo mais eficiente.

A escolha do *layout* mais adequado depende de vários fatores, estando estes ligados à quantidade de produtos a fabricar e à variedade de equipamentos usados. No caso da produção em massa, isto é, uma produção superior a 10 000 produtos anuais, pode haver situações em que há uma produção em grande quantidade e, para tal, são usados equipamentos únicos, ou então, casos em que a produção envolve vários tipos de equipamento e postos de trabalho. Os termos *layout* de processo ou celulares estão geralmente associados ao primeiro caso, e os *layouts* de produto estão associados ao segundo caso [42]. Na tabela 20 apresenta-se um quadro resumo dos vários tipos de *layouts* existentes.

Tabela 20 - Quadro-resumo dos vários tipos de *layout*

Tipo de <i>Layout</i>	Descrição
Por processo	Os equipamentos e postos de trabalho são agrupados de acordo com a sua finalidade. A manufatura fica distribuída por várias áreas organizadas de acordo com o processo de fabrico que nela ocorre [43].
Celular	Envolve a criação de células de trabalho, isto é, grupos de equipamentos e pessoas que se dedicam à produção de uma família de componentes ou produtos feitos em quantidades médias. Geralmente, os componentes são organizados em lotes [42].

Tipo de <i>Layout</i>	Descrição
Por produto	Adequado para produções em massa, o <i>layout</i> orientado para o produto consiste em postos de trabalho e equipamentos organizados em sequência, de acordo com a sequência de fabrico do produto. O produto segue uma linha contínua, sendo que em cada posto é executada uma parte do seu processamento. O produto é, geralmente, transportado por mecanismos de transporte automático, como tapetes transportadores [42].
De projeto	O produto a ser produzido é mantido sempre na mesma posição, fixo, e os trabalhos de produção são desenvolvidos no mesmo local. Este tipo de <i>layout</i> aplica-se em casos em que o produto a ser produzido é de grandes dimensões, como por exemplo, os aviões [43].

2.3.2 Teorias de otimização de linhas de produção

A otimização das linhas de produção passa por um conjunto de procedimentos que têm em vista a alteração do *layout* fabril. Segundo Belic e Kunica [44], a otimização de um *layout* pode ser dividida em quatro fases:

- Descrição do processo de manufatura;
- Criação de uma matriz com o fluxo de material;
- Descrição do *layout* atual na fábrica;
- Proposta de novo *layout*.

Com o objetivo de se conseguir uma otimização dos *layouts*, foram desenvolvidas várias estratégias, como por exemplo, o Planeamento Sistemático de *Layout* (SLP), o *Pairwise Exchange Method* (PEM), e o Diagrama de Blocos Adimensionais (DBD) [44], apresentados na tabela 21.

Tabela 21 - Estratégias de otimização de *layouts*

Estratégia	Descrição
Planeamento Sistemático de <i>Layout</i>	<p>Analisa cada atividade da produção a nível de <i>inputs</i>, processamento e <i>outputs</i> [45]. Elabora o <i>layout</i> otimizado, recorrendo a quatro níveis de detalhe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Layout</i> da fábrica – definição geral do espaço fabril a utilizar; ✓ <i>Layout</i> por blocos – definição do arranjo físico geral, considerando os fluxos de material e as ligações entre as atividades; ✓ <i>Layout</i> detalhado – onde mostra a posição das máquinas, dos equipamentos e de todas as estruturas; ✓ <i>Layout</i> implementado – fase de execução do plano, considerando toda a maquinaria, equipamentos e recursos necessários para a instalação do <i>layout</i> [46].

Estratégia	Descrição
<p><i>Pairwise Exchange Method</i></p>	<p>Faz uma relação entre os departamentos, aos pares, recorrendo a matrizes, que analisam aspetos como, o fluxo de materiais, a distância entre departamentos e a adjacência entre departamentos. Depois é corrido um algoritmo que determina o par que resulta numa maior redução de custos, e organiza os pares dessa forma. Depois realiza mudanças no <i>layout</i> de acordo com as interações obtidas, voltando no fim a estabelecer uma nova matriz. O processo é repetido até se obter um estado de otimização em relação ao primeiro <i>layout</i> [47].</p>
<p>Diagrama de Blocos Adimensionais</p>	<p>O DBD é um método gráfico adequado para uma fase inicial da otimização. O método ignora as dimensões dos departamentos/atividades e as restrições em termos de espaço disponível. Os vários departamentos/atividades são representados por blocos de igual dimensão, onde está inscrita a sua identificação, essencialmente. Os blocos são inicialmente organizados de acordo com o <i>layout</i> vigente, e depois a sua ordem poderá ser alterada. Assim, apresenta-se como uma forma rápida e bastante visual de se organizar os departamentos [48].</p>

2.3.3 Restrições

A elaboração de um *layout* padece de alguma complexidade, uma vez que tem de se ter em conta uma série de fatores, principalmente quando se está a fazer uma otimização de um *layout* já implementado. Um *layout*, num contexto fabril, diz respeito a toda a estrutura, equipamentos e máquinas que se enquadram dentro de um espaço, podendo ser necessária toda a movimentação de todos estes elementos [43]. No entanto, todos os elementos interagem entre si dentro de um espaço limitado, existindo desta forma algumas limitações quanto às movimentações que podem ser feitas. A tabela 22 apresenta algumas restrições que interferem com o projeto de um *layout*.

Tabela 22 - Fatores que restringem um *layout* (adaptado de [49])

Fator	Impacto
<p>Atravancamento local</p>	<p>Espaço físico disponível para dispor os equipamentos, produtos e/ou estações de trabalho.</p>
<p>Precedências</p>	<p>Referem-se à ordem com que as tarefas têm de ser executadas, definindo-se assim relações de prioridades entre as atividades. Para garantir um funcionamento fluido, os equipamentos/postos de trabalho devem respeitar esta ordem.</p>
<p><i>Bottlenecks</i></p>	<p>O <i>bottleneck</i> de uma operação refere-se ao ponto em que a atividade é a mais demorada, ao ponto de atrasar todo o processo. Todo o <i>layout</i> deve ser estruturado de forma a minimizar o tempo de atraso causado pelo <i>bottleneck</i>.</p>

Fator	Impacto
Restrições temporais	Refere-se às restrições devidas aos diferentes tempos necessários para executar uma dada atividade, por exemplo, o tempo de ciclo que uma máquina leva para executar a sua operação, o tempo disponível para a montagem de dado equipamento, o tempo que leva para o transporte de um material entre secções.
Fluxo de materiais	Diz respeito ao transporte de materiais que ocorre ao longo do sistema de produção. Para um funcionamento fluido, deve-se garantir que cada máquina recebe no tempo devido o material que necessita, e ainda garantir que existe espaço para o transporte deste material e para o seu armazenamento, enquanto que não inicia uma atividade.

2.4 Projeto Mecânico

O projeto de um dado produto ou sistema engloba, não só, o estudo do seu *design*, mas também uma análise ao processo de fabrico mais adequado e uma atenção especial ao seu processo de montagem. No fundo, para se garantir o sucesso de um determinado produto ou sistema, todas as partes que fazem parte da sua manufatura devem ser consideradas.

2.4.1 Softwares de modelação

Como já referido, o estudo do *design* de um produto é uma peça importante para o seu desenvolvimento, pois permite tecer considerações sobre os seus eventuais defeitos e otimizar o produto para garantir a satisfação do cliente. Os *softwares* de modelação surgem como uma ferramenta bastante útil, uma vez que permitem desenhar o produto e simular o seu funcionamento, possibilitando a sua otimização.

No mercado existem diversos *softwares* com diversas funcionalidades, desde o projeto em 3D de componentes mecânicos, elaboração de *layout* e plantas de casas, simulação do comportamento de fluidos, entre outros. Para a elaboração de um projeto mecânico são usados *softwares* 2D e 3D, estando alguns exemplos destacados na tabela 23.

Tabela 23 - Exemplos de *softwares* de modelação

Software	Especialização	Funcionalidades de maior destaque
<i>Autocad</i> [50]	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Arquitetura e engenharia de construção; ✓ <i>Design</i> de produtos e fabrico. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidade de produzir desenhos 2D, tais como, <i>layouts</i> e plantas; ✓ Possibilidade de modelação 3D; ✓ Ferramentas no âmbito da arquitetura, eletricidade, mecânica, mapas 3D, pneumática.

Software	Especialização	Funcionalidades de maior destaque
<i>Autodesk Inventor</i> [51]	<i>Design</i> de produtos e fabrico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelação 3D e desenho 2D; ✓ Ferramentas no âmbito da eletromecânica, tubagens e condutas, simulação dinâmica;
<i>Solidworks</i> [52]	<i>Design</i> de produtos e fabrico; <i>Computer Aided Manufacturing</i> (CAM) e simulação.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelação 3D e desenho 2D; ✓ Ferramentas no âmbito da eletricidade, simulação, CAM.
<i>CATIA</i> [53]	<i>Design</i> de produtos e simulação.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelação 3D e desenho 2D; ✓ Ferramentas de <i>design</i> industrial, focado na indústria automóvel – <i>Advanced Surface Modeling</i>; e de simulação de produtos e sistemas.
<i>Creo</i> [54]	<i>Design</i> de produtos; simulação; CAM.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelação 3D e desenho 2D; ✓ Ferramentas de simulação estrutural, térmica, enchimento de moldes, entre outros; ✓ Ferramentas de CAM: fabricação aditiva.

2.4.2 Montagem de subsistemas

O processo de montagem de um produto, independentemente do seu tamanho, é uma das partes mais importantes de todo o processo de conceção, pois afeta fortemente os custos de manufatura e os custos de trabalho associados. Desta forma, o processo a escolher para a montagem é também um fator de elevada importância.

Boothroyd & Dewhurst [55] dividem os processos de montagem em três tipos, sendo eles o manual realizado pela mão-de-obra humana, o que é realizado através de máquinas para fins específicos e o que realiza a montagem recorrendo a máquinas programáveis. Na tabela 24 encontram-se algumas das características destas variantes do processo de montagem.

Tabela 24 - Características dos três tipos de processos de montagem [56]

Característica	Tipos de processos de montagem		
	Manual	Máquinas para fins específicos	Máquinas Programáveis
Custo	↓	↑	↑
Complexidade	↓	↑	↑
<i>Downtime</i> devido a avarias	↓	↑	↑
Taxa de produção	↓	↑	↑

A escolha do processo mais adequado para a montagem vai recair sobre o volume de produção, o número de componentes a montar, a variedade de componentes, o número de mudanças de *design* expectáveis durante a vida do produto e a política da empresa em termos de investimento em máquinas e mão-de-obra [56]. Neste contexto, surge o conceito de *design for assembly*, ou seja, um desenvolvimento do produto com olhos postos no processo de montagem (figura 21).

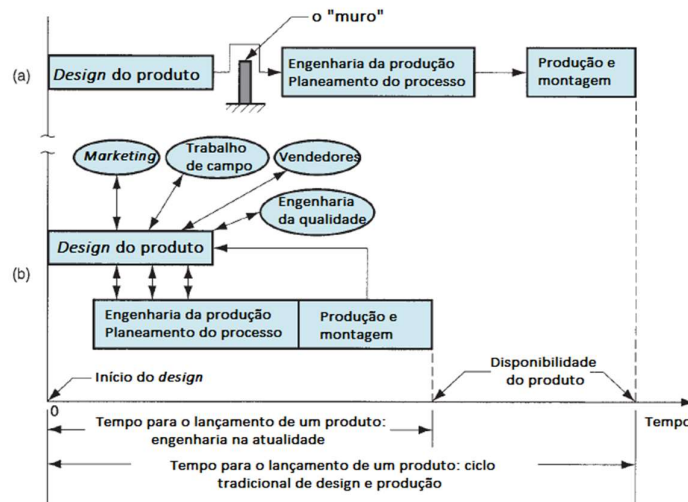


Figura 21 - O conceito de *Design for Assembly* (Adaptado de [42])

Assim, o desenvolvimento de um projeto deverá ser feito de forma a facilitar o processo de montagem, trazendo com isso inúmeras vantagens, como as seguintes:

- Um menor tempo para apresentar o produto ao mercado;
- Menor quantidade de componentes no produto final;
- Menores custos de produção;
- Menor qualidade do produto final;
- Maior satisfação do cliente [42].

De forma a facilitar o processo de montagem, existem vários princípios que podem ser seguidos, estando estes representados na tabela 25.

Tabela 25 - Princípios para facilitar o processo de montagem (adaptado de [42])

Princípio	Descrição
Minimizar o número de componentes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menor custo de montagem; ✓ Maior fiabilidade do produto, pois tem menos conexões; ✓ Mais fácil de desmontar, facilitando a manutenção.
Usar componentes <i>standard</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Associado a ligações <i>standard</i> mais fáceis de implementar, e que requerem menos esforço;
Diminuir a variedade de componentes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maior automatização na montagem.

Princípio	Descrição
Evitar produtos não ambíguos	✓ Preferência por produtos que possam ser montados de várias formas, leva a uma maior facilidade/rapidez de montagem.
Minimizar o uso de produtos flexíveis	✓ Minimizar o uso de produtos que são difíceis de manusear e dificultam o processo de montagem.
Preferência por encaixes rápidos	✓ Preferência por métodos de encaixe rápido em detrimento de métodos de ligação mais complicados.
Usar <i>designs</i> modulares	✓ Usar <i>designs</i> que permitam dividir um conjunto total em vários subconjuntos, de forma a minimizar o tempo de montagem final.
Eliminar ou reduzir os ajustamentos necessários	✓ Menor tempo de montagem; ✓ Maior facilidade de montagem.

2.4.3 Organização e integração de subsistemas

No âmbito do projeto, um sistema diz respeito a um conjunto de elementos que funcionam de forma a cumprir uma dada necessidade. Estes elementos incluem equipamentos, infraestruturas, pessoas e processos que levam à construção de um dado resultado. O valor que cada um dos elementos acrescenta, está fortemente ligado à forma como estes se relacionam e, para se garantir um sistema funcional, isto é, um sistema organizado, é necessário começar uma abordagem de integração desde o momento em que cada subsistema é concebido [57].

O raciocínio por trás da organização de vários subsistemas, no âmbito do projeto de uma infraestrutura, segue a mesma lógica que a produção de um produto. O conceito de “*design for manufacture and assembly*” vem estabelecer a ideia que o *design* dos subsistemas deverá ser pensado de forma a simplificar a estrutura do produto, reduzir os custos de produção e montagem, e ajudar a detetar as melhorias.

Esta filosofia de construção é bastante procurada pelos fabricantes para a indústria automóvel, visto que existe uma grande pressão para reduzirem os custos de produção. Um dos casos de realce é o da empresa *Magna Interior Systems Seating Group*, que procurou aplicar a metodologia de *design for manufacturing and assembly* na produção de um banco para uma carrinha de transporte de mercadorias. Uma análise inicial permitiu aferir que a produção do banco apresentava vários entraves, pois o banco era constituído por 105 componentes, feitos de quatro materiais diferentes e montadas por uma grande variedade de processos de ligação. Com a aplicação deste método, a empresa conseguiu reduzir o número de componentes para dezanove, e reduzir o tempo de montagem de 1445 segundos para 258 segundos. Para além disso, agruparam os conjuntos de peças em cinco subsistemas, permitindo uma maior facilidade de montagem [55].

No entanto, para aplicar este conceito e se conseguir uma otimização dos produtos e projetos, há a necessidade de fazer uma análise minuciosa a todos os intervenientes do projeto e seus subsistemas, para se conseguir cumprir com as necessidades de uma indústria cada vez mais complexa. A organização e a integração de todos os sistemas, exige uma análise aos requisitos do projeto, estando implícita a realização de revisões sistemáticas ao processo [58].

Este estudo aos intervenientes de um projeto passa por vários níveis de detalhe, começando num nível básico, que vai sendo aprofundado, até se atingir a maturidade do projeto. Numa fase inicial, é dada maior importância aos *inputs* do projeto, isto é, torna-se fulcral analisar os requisitos que são estabelecidos pelos clientes. Como resultado, consegue-se definir os requisitos do projeto, obtendo-se assim as primeiras restrições para o *design*.

Num segundo nível, os produtos ou subsistemas são pormenorizados em termos das funções que têm de desempenhar, permitindo perceber melhor o que o sistema tem de fazer e de que forma o pode fazer. Cada uma das funções deverá ter uma ligação direta a um requisito.

Uma terceira fase realça a necessidade de definir as interfaces entre os sistemas, procurando agrupar os seus componentes de uma forma homogénea, de acordo com a sua finalidade.

No fundo, a organização dos sistemas passa pela definição de requisitos globais, a descrição das funções de cada subsistema e o estudo das interfaces que se estabelecem. Desta forma, atinge-se uma solução que balanceia o custo, os prazos e os requisitos em termos de *performance* e riscos, admitindo o controlo de toda a informação necessária à tomada de decisões e a constante verificação de que as soluções técnicas vão de encontro às necessidades do cliente. Garante-se a viabilidade do projeto e a compatibilidade de subsistemas [59], [60].

DESENVOLVIMENTO

3.1. Caracterização da empresa

3.2. Caracterização do processo

3.3. Descrição dos sistemas

3.4. Descrição dos sistemas

3.5. Metodologia

3.6. Tempestade de ideias

3.7. Primeira fase de integração

3.8. Projeto dos sistemas

3.9. Segunda fase de integração

3.10. Montagem

3.11. Análise da conservação

3.12. Análise crítica do projeto

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização da empresa

A Continental AG (*Continental Automotive Group*)

Enraizada em Hannover (Alemanha), a empresa Continental surge em 1871. Numa fase inicial, dedicou-se à produção de produtos simples derivados da borracha e pneus maciços para carruagens e bicicletas. A figura 22 ilustra um resumo da história da empresa no século XX.

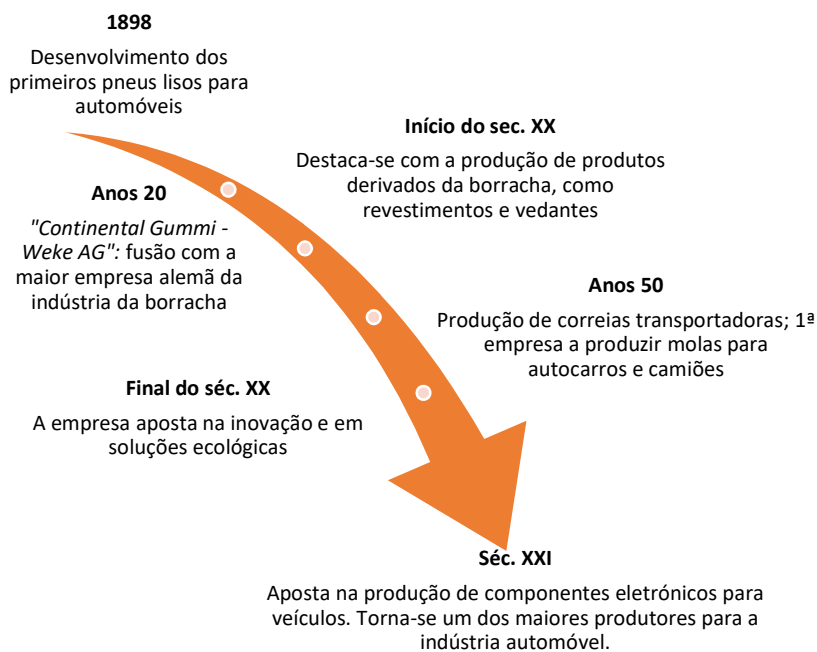


Figura 22 - A história da Continental AG (adaptado de [61])

Desde o século passado, a empresa entrou numa notável expansão, por um lado, através da fusão com outras empresas e, por outro, pela criação de novas fábricas. A marca Continental é, nos dias de hoje, um dos maiores fornecedores a nível mundial para a indústria automóvel, contando com fábricas espalhadas pelos cinco continentes [61].

Apesar da empresa ser reconhecida pela produção de pneus, estes representam apenas 40% daquilo que a empresa produz. Desta forma, a variedade de componentes

fabricados pelo grupo Continental está salientada nas cinco divisões que estão descritas na figura 23.

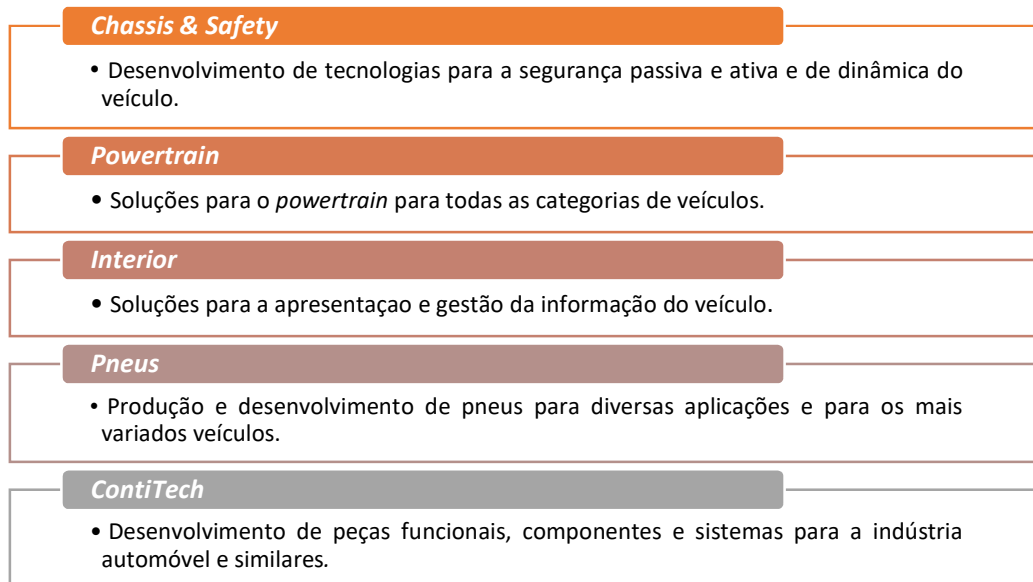


Figura 23 - As divisões do grupo Continental (adaptado de [62])

A Mabor

Em 1938, em Lousado (Portugal), o Conde da Covilhã, Dr. Júlio de Anahori de Quental Calheiros, fez nascer a Mabor, a primeira fábrica portuguesa de pneus. Com alguns problemas na construção da fábrica, é apenas oito anos mais tarde, em 1946 que a empresa produz o primeiro pneu. Desde aquele momento, a marca torna-se um sucesso e inicia um crescimento notável, atingindo na década 50 uma produção anual de um milhão de pneus [63].

A Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A.

É no ano de 1990 que a empresa alemã Continental se funde com a Mabor [63]. Nos anos posteriores, denotou-se uma grande expansão da fábrica portuguesa, entrando numa constante modernização até aos dias de hoje. Atualmente, configura-se como uma das maiores empresas exportadoras de Portugal (figura 24).



Figura 24 - A Continental Mabor em Lousado, Portugal [64]

3.2 Caracterização do processo

A unidade fabril onde foi realizado o estágio em que se baseou a presente tese de mestrado, dedica-se exclusivamente à produção de pneus. O processo de produção do pneu, como já referido na secção anterior, divide-se essencialmente em cinco fases, descritas na figura 25.

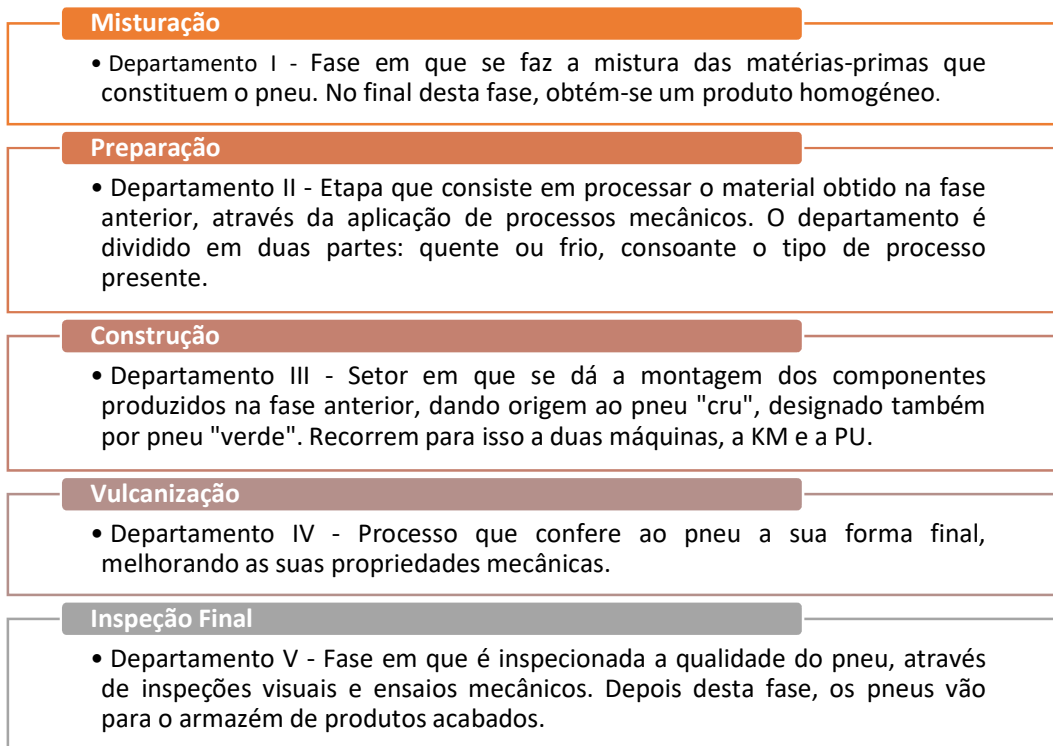


Figura 25 - As cinco fases da produção de um pneu (Autoria própria)

A presente dissertação foca-se no departamento da vulcanização, portanto é pertinente explicar em detalhe como é que este departamento funciona.

Entre os departamentos III e IV, os pneus passam por um processo de pintura, em que lhes é aplicado um lubrificante na parte interior que permitirá, por um lado, aumentar o tempo de vida dos diafragmas, e por outro, auxiliar na extração do pneu na prensa. Os pneus, depois de lubrificados são carregados, manualmente ou automaticamente, em carros de transporte. Estes mesmos carros são depois deixados na proximidade da respetiva prensa e um operário (vulcanizador) fica encarregue de colocar os pneus “em verde” nos sistemas de suporte rotativos. Estes suportes são conhecidos internamente como *multiple green tire stand (MGTS)*, ou *green tire stand (GTS)*, dependendo da quantidade de pneus que suportam, podendo ser três ou quatro (no caso dos MTGS) ou apenas um (no caso dos GTS). Os pneus são colocados automaticamente no molde da prensa. Depois de terminado o ciclo, o pneu é automaticamente colocado num tapete transportador que o encaminha para a secção seguinte.

3.3 Descrição do problema

O tema da presente dissertação envolve a integração de todos os projetos de especialidade relacionados com a execução de uma nova trincheira de prensas de vulcanização. Desta forma, e para uma melhor compreensão da problemática em causa, será pertinente apresentar o departamento da vulcanização e como estão distribuídas as prensas. As prensas de vulcanização encontram-se distribuídas por 10 canais, identificados com números de 1 a 10, sendo que, associado a cada canal existem duas linhas, denominadas pelo lado “A” e “B”. A figura 26 apresenta uma representação esquemática de como estão distribuídos os canais na fábrica. Na data da elaboração desta dissertação, a zona da inspeção final está a ser transferida para uma outra área, dando a possibilidade de se instalar novas linhas do tipo “B”. Assim, pretende-se implementar uma nova linha de prensas no canal 6, dando origem ao projeto do canal 6B.

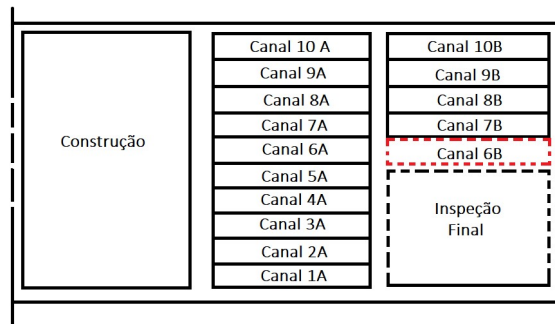


Figura 26 - Distribuição dos canais das prensas

Na construção atual, existe uma galeria subterrânea principal (sinalizada a amarelo na figura 28) que permite a circulação até ao canal 7B. No âmbito do projeto em causa, pretende-se fazer um prolongamento da galeria principal (sinalizado a vermelho), permitindo o acesso aos canais 6A e 5A.

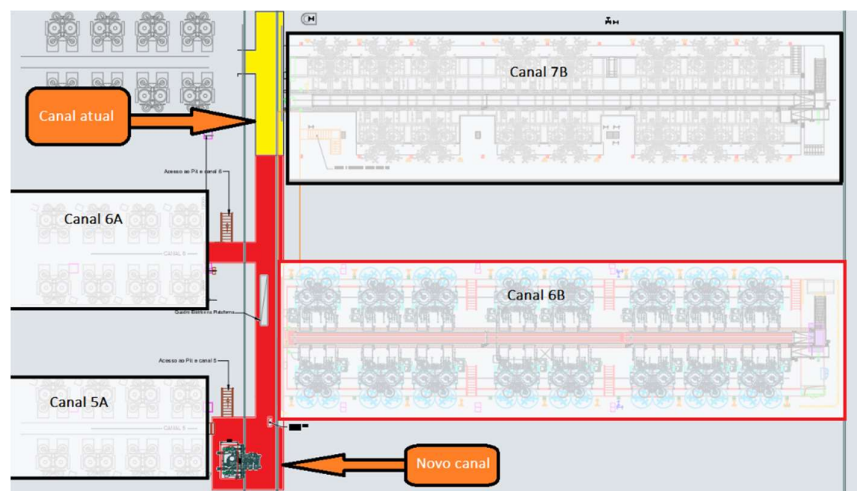


Figura 27 - Esquematização da planta dos canais circundantes ao canal 6B

Espera-se ainda, para além da abertura do novo canal 6B, a abertura de uma galeria localizada à entrada do canal 5A, com o objetivo de se colocar uma nova estação de produção do vácuo, que irá abastecer os canais mais próximos.

Desta forma, o projeto do novo canal e prolongamento da galeria implica a análise a vários sistemas que precisam de ser integrados. Para facilitar a abordagem ao problema, dividiu-se o projeto em vários subsistemas:

- Estrutura do canal;
- Prensas de vulcanização;
- *Kits* de vapor;
- Rede de tubagens;
- *Hotte* e sistema de ventilação;
- Rede de tapetes transportadores de pneus;
- Corredor de limpeza;
- Outros sistemas: rede elétrica e mecanismos de segurança.

Os subsistemas anteriormente apresentados encontram-se distribuídos pelo canal e trata-se de elementos imprescindíveis ao bom funcionamento do processo de vulcanização. A tabela 26 apresenta, de uma forma genérica, a localização dos vários subsistemas no projeto do futuro canal, admitindo que o mesmo assume três níveis, o subterrâneo, o nível térreo e uma parte superior.

Tabela 26 - Elementos do projeto inerentes a cada um dos níveis de trabalho

Nível	Sistemas
Subterrâneo	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura do canal; • Prensas de vulcanização – alguns dos seus mecanismos; • <i>Kits</i> de vapor das prensas – aquecimento interno; • Rede de tubagens; • Rede elétrica e mecanismos de combate a incêndios.
Térreo	<ul style="list-style-type: none"> • Prensas de vulcanização; • <i>Kits</i> de vapor das prensas – aquecimento externo; • Tapetes transportadores de pneus; • Pilares estruturais do edifício; • <i>Hotte</i> – pilares de suporte;
Superior	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Hotte</i> e sistemas de ventilação; • Tapete transportador de pneus – terceiro tapete; • Corredor de limpeza.

De facto, verifica-se que num só canal se sobrepõem vários sistemas que se interrelacionam. Portanto, a tarefa de garantir uma coexistência harmoniosa necessita

de uma análise intensiva. Na tabela 27 apresentam-se as entidades responsáveis pelo desenvolvimento/ instalação dos diversos sistemas que coexistem no canal 6B.

Tabela 27 - Entidades responsáveis pelo projeto do canal 6B

Sistema		Empresa Responsável
Estrutura do canal		VHM (projeto); empresa por definir (instalação)
Kits de vapor		Desenvolvido no contexto do estágio curricular em causa
Rede de tubagens (na galeria principal e no canal 6B)		AUDITENE (projeto); empresa por definir (instalação)
Prensas de vulcanização	Prensas de vulcanização	HF Group (fabricante); empresa por definir (instalação)
	Adapter frames	FELIZ (projeto)
	Sistemas suporte rotativos	GISLOTICA
Tapetes transportadores de pneus		MOVAÇO
Corredor de limpeza		Por definir
Hotte e sistemas de ventilação		Por definir
Instalação da rede elétrica		Por definir
Instalação dos mecanismos de segurança		Por definir
Instalação da rede de sprinklers (proteção contra incêndio)		Por definir

Como se pode verificar, o projeto do canal 6B necessita da intervenção de diversas empresas que trabalham em secções diferentes. O desencontro de informações entre as empresas leva a vários problemas na montagem do projeto, uma vez que a existência de um sistema limita a existência do outro. Desta forma, torna-se fundamental fazer uma integração de todos os projetos das várias especialidades, para se garantir a eficácia da montagem e a viabilidade do projeto, visto que, depois do projeto ser instalado, terá de se garantir que haja o espaço suficiente para a circulação de pessoas e os acessos necessários para operações de manutenção. O projeto final implica não só a otimização do espaço, mas também, uma gestão do tempo necessário para se efetuar a montagem.

A par da integração dos diversos projetos de engenharia, existe a necessidade de projetar os *kits* de vapor, que são desenvolvidos no contexto da presente dissertação.

3.4 Descrição dos sistemas

Esta secção tem como objetivo apresentar cada um dos sistemas, revelando o que cada subsistema engloba e que intervenções serão necessárias.

3.4.1 Estrutura do canal

A estrutura do canal trata-se de um projeto a nível de engenharia civil, que engloba, principalmente, o nível subterrâneo. A intervenção neste sistema implica trabalhos de escavação e posterior definição das paredes de betão, implementação de escadas de acesso ao canal e pilares estruturais.

O projeto de engenharia civil associado à galeria principal e ao canal 6B está ao encargo de uma empresa externa (VHM). O *layout* fornecido pela empresa servirá de base para o desenvolvimento de todo o projeto, sendo que já estarão definidos os seguintes elementos:

- Atravancamento do canal – comprimento, largura e altura das paredes;
- Posição das escadas de acesso ao canal 6B;
- Novos pilares estruturais e pilares do edifício;
- Abertura na laje de betão para colocação de gradil metálico.

No entanto, existe um pormenor no *layout* no projeto de engenharia civil que tem de ser verificado, uma vez que este incorpora um *adapter frame* que pode não ser o adequado. O *layout* desta parte do projeto, fornecido pela empresa responsável, encontra-se disponível no anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”.

3.4.2 Prensas de vulcanização

A estrutura principal da prensa de vulcanização fica localizada no nível térreo (nível zero), uma vez que é neste nível onde se localizam os moldes, nos quais se realiza a vulcanização dos pneus. Este equipamento (figura 28) é também constituído pelos seguintes elementos:

- *Adapter frames*;
- Mecanismo principal das prensas de vulcanização (corpo da prensa);
- Unidade hidráulica de potência (HPU);
- Unidade de arrefecimento de óleo;
- Sistemas de suporte de pneus;
- Tapete de descarga;
- Painel de controlo;
- Quadro elétrico individual;
- Quadro alimentador geral.

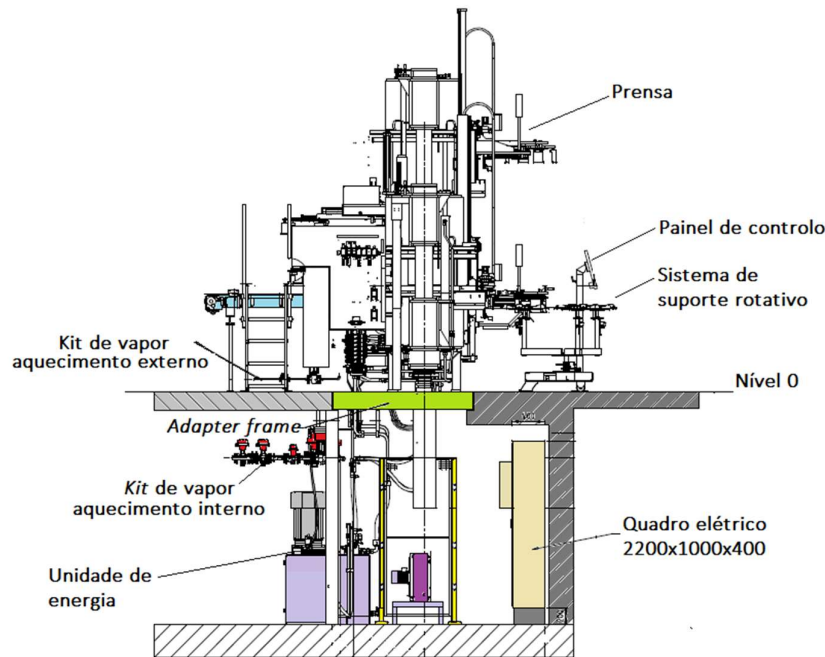


Figura 28 - Esquemática da prensa de vulcanização (adaptado de [65])

Painel de controlo: o funcionamento da prensa é controlado pelo operador, através de um painel de controlo, desta forma, é de grande importância que este painel fique localizado num sítio acessível. Em toda a fábrica, os painéis de controlo ficam localizados do lado direito da prensa.

Sistemas de suporte de pneus: os MGTS, ou GTS, ficam localizados à frente da prensa, de forma a que o carregador (braço da prensa) consiga colocar o pneu dentro do molde. A zona envolvente dos suportes encontra-se demarcada, e possui um *scanner* que deteta a presença de objetos anómalos na área, para propósitos de segurança. Nos projetos mais recentes, a empresa de acolhimento tem optado por suportes que alberguem mais que um pneu, geralmente, MGTS triplos ou quádruplos.

Tapetes de descarga: a retirada dos pneus de dentro da prensa faz-se também de uma forma automática. Na parte posterior da prensa encontra-se o descarregador que tira o pneu do molde e o coloca no tapete de descarga que, posteriormente, faz o transporte do pneu até à rede de tapetes transportadores de pneus.

Adapter frame: as prensas de vulcanização são instaladas numa estrutura metálica, designada por *adapter frame*, que facilita a montagem das mesmas e garante o seu suporte. O *adapter frame* é uma estrutura metálica, geralmente construída em perfil HEB e UPN, que é aparafusada à estrutura de betão e às vigas metálicas de suporte ao canal subterrâneo. A estrutura da *adapter frame* e apoios associados deve garantir que não se verifiquem deformações que possam afetar o bom desempenho da prensa de vulcanização.

A abertura dos moldes e pratos da prensa é conseguida através do movimento de colunas cilíndricas situadas nas extremidades e no centro da prensa. No momento da abertura, as duas colunas deslocam-se no sentido descendente, até um nível inferior ao nível zero da prensa. Portanto, o *adapter frame* necessita de ter uma abertura que permita esse deslocamento, e o nível subterrâneo necessita de ter uma área desimpedida para o deslocamento dos mecanismos de cada cavidade da prensa.

Unidades hidráulicas: fazem parte a HPU e a unidade de arrefecimento de óleo, que ficam localizados no nível subterrâneo.

Quadro elétrico individual: Estes quadros recebem todas as cablagens dos diversos equipamentos individuais instalados, as cablagens da HPU, as cablagens dos blocos hidráulicos / pneumáticos e finalmente as cablagens de alimentação elétrica e de rede informática. Acoplados aos quadros elétricos, existem unidades de ar condicionado, que permitem a refrigeração do quadro. Nos projetos mais recentes, a empresa de acolhimento posicionou o quadro individual no nível subterrâneo.

Quadro elétrico geral: Todas as prensas se encontram ligadas a um quadro elétrico principal que, em projetos anteriores, fica localizado no início do canal. Desta forma, terá de se reavaliar o espaço para este quadro. Associados às prensas, existem também quadros elétricos individuais, que fazem a interface entre a rede informática das prensas.

Introdução à integração das prensas

As futuras prensas do canal 6B têm de cumprir a norma DIN EN 16474 [66], que define os novos requisitos de segurança para prensas de vulcanização de pneus. A empresa de acolhimento irá recorrer à marca HF (*Harburg-Freudenberger Maschinenbau GmbH*), tratando-se da marca que é a mais usada pelas empresas do grupo. O modelo CK52 da HF, que já se encontra instalado na fábrica da Continental em Rayong, cumpre os requisitos de segurança referidos anteriormente.

No momento da realização da presente dissertação existem duas possibilidades para a empresa: a implementação das prensas do modelo CK52 *standard* ou a implementação do modelo CK52, numa versão modificada. Pois, apesar do mecanismo principal ser semelhante ao das prensas instaladas na empresa de acolhimento, verificam-se algumas diferenças em alguns componentes, em termos de morfologia e localização, em relação às prensas já instaladas na fábrica de Lousado.

Os desenhos das prensas de vulcanização e componentes associados (anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”) são disponibilizados pelo fabricante, permitindo assim ter uma perceção da estrutura das prensas *standard*.

Numa primeira abordagem, torna-se necessário perceber quais as diferenças entre o modelo *standard* CK52 e as prensas instaladas na fábrica de Lousado. Para o efeito, elaborou-se a tabela 28.

Tabela 28 - Diferenças entre o modelo HF CK52 *standard* e as prensas instaladas na Continental Mabor

Elemento	Descrição
PCI – <i>Post-curing Inflation</i>	Mecanismo responsável por insuflar ar na parte interna do pneu, depois de este estar vulcanizado, prevenindo que este perca a sua forma característica. As prensas da Continental Lousado não possuem este mecanismo.
Quadro elétrico	Varia a quantidade e a localização dos quadros elétricos.
Tapetes de descarga	Varia a posição dos tapetes em relação ao centro da prensa. Este facto leva a que o descarregador seja também diferente.
Painel de controlo	A posição do painel de controlo é diferente.
Suporte de pneus	As prensas <i>standard</i> vem com GTS e nos últimos projetos realizados na empresa de acolhimento foram implementados MGTS triplos.

Desta forma, a intervenção neste sistema deverá incidir sobre os tópicos referidos na tabela 28, na tentativa de aproximar a versão *standard* do modelo CK52 aos modelos de prensas já instalados na fábrica. Todos os componentes associados à prensa deverão ser verificados.

3.4.3 Rede de tubagens

O sistema da rede de tubagens é projetado por uma empresa externa (AUDITENE). O projeto em questão engloba vários elementos, dos quais se destacam os seguintes:

- As tubagens que fazem o transporte dos fluidos, quer na galeria principal, quer no canal 6B;
- As estruturas metálicas (*racks*) onde se inserem as tubagens;
- O tanque de recolha dos condensados das prensas;
- Tubagem que liga o tanque dos condensados ao exterior.

O sistema da rede de tubagens fica localizado num nível subterrâneo e é o responsável pelo transporte dos fluidos necessários para o processo da vulcanização. A grande maioria dos fluidos provêm de tubagens que derivam da galeria principal para o canal “B”. As ligações que cada tubagem de fluido apresenta, estão descritas na tabela 29.

Tabela 29 - Ligações na rede de tubagens

Fluido	Início	Fim	Descrição
Vapor de alta pressão			O vapor de alta e baixa pressão é usado na insuflação do diafragma. Na galeria principal correm as tubagens onde circula o vapor, e a partir dessas são feitas picagens que percorrerão todo o canal 6B, até chegar a cada uma das prensas, através do <i>kit</i> de vapor. Nas linhas de vapor são instalados conjuntos de purga.
Vapor de baixa pressão	Galeria principal	<i>Kits</i> de vapor	
Condensados de alta pressão	<i>Kits</i> de vapor	Tanque dos condensados	Os condensados advêm do processo de cura que se dá na prensa e são recolhidos por tubagens que ligam o <i>kit</i> de vapor (pressão interna) ao tanque de condensados, onde é feito o tratamento dos mesmos.
Condensados de baixa pressão	<i>Kits</i> de vapor	Tanque dos condensados	Os condensados dos moldes são provenientes dos moldes da prensa e são recolhidos pelo <i>kit</i> de vapor (pressão externa) e são ligados às tubagens que os entregam no tanque dos condensados.
Condensados dos moldes	<i>Kits</i> de vapor	Tanque dos condensados	
Ar comprimido de baixa pressão	Galeria principal	Prensas	O ar comprimido a ser utilizado pelas prensas provem das tubagens da galeria principal. Este terá de ser distribuído ao canal 6B, usando tubagens que se estendem ao longo do canal, interligadas em anel.
Ar comprimido de alta pressão			
Vácuo	Galeria principal	<i>Kits</i> de vapor	O vácuo será conduzido desde a nova central até à galeria principal, e depois será feita uma picagem para o canal 6B, onde será posteriormente distribuído aos <i>kits</i> de vapor.
Descarga de condensados sujos	Tanque dos condensados	Unidade de tratamento de água	As tubagens dispõem de respiros para a atmosfera, reunidos num tubo único que atravessará a cobertura do edifício, terminando dois metros acima da mesma.

Para além das tubagens que transportam os fluidos, o projeto inclui o dimensionamento de um tanque que faz a recolha dos condensados e que, geralmente, fica localizado no fim do canal. Associada a este tanque, encontra-se uma tubagem que liga o tanque ao exterior, para garantir que o tanque se encontra sempre sob pressão atmosférica. Para esse efeito, esta última tubagem atravessa toda a estrutura do edifício, desde o nível subterrâneo até ao exterior da fábrica.

A empresa responsável por esta parte do projeto forneceu um *layout*, que mostra como estão distribuídas as tubagens no canal. O *layout* fornecido encontra-se disponível no anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”.

A integração desde projeto no *layout* será feita depois da colocação do desenho de base da estrutura do canal. Torna-se necessário verificar se as tubagens e o tanque estão localizadas no sítio pretendido.

3.4.4 Kits de vapor

Os *kits* de vapor são estruturas que são integradas no projeto das prensas de vulcanização, sendo que o fabricante das prensas poderá fornecer um *kit standard*. Todavia, a empresa de acolhimento prefere desenvolver os seus próprios *kits* de acordo com os seus requisitos. Assim, o projeto dos *kits* de vapor engloba a análise aos *kits standard* e o desenvolvimento de novos *kits* de vapor, incluindo a modelação do *kit* a três dimensões e a elaboração dos desenhos técnicos.

Como já referido, o funcionamento das prensas é garantido por uma variedade de fluidos que permitem obter as condições ideais para a cura dos pneus. Esses mesmos fluidos são conduzidos até à região da prensa através da rede de tubagens apresentadas no subcapítulo anterior. Entre a rede de tubagens e a prensa, existe um conjunto de tubagens dotadas com válvulas e outros equipamentos, que fazem o controlo e o transporte destes fluidos. Este conjunto de tubagens é designado internamente por “*kit* de vapor”.

O *kit* de vapor é dividido em dois grupos, o *kit* para o aquecimento interno e o *kit* para o aquecimento externo. O *kit* para o aquecimento interno fica localizado no nível subterrâneo, e é responsável pelo controlo e transporte de fluidos que estão ligados ao diafragma da prensa. Nesta parte do *kit* atravessam os seguintes fluidos:

- Vapor de água, a alta e baixa pressão (3 e 21 bar), que permitem a insuflação do diafragma;
- Vácuo, para permitir a contração do diafragma, para sugar os fluidos e detritos que se encontram no interior do diafragma;
- Azoto (a 22 bar), que pode vir a ser usado para tornar o processo mais eficiente;
- Vapor condensado, retirado quando há a contração do diafragma.

O *kit* para o aquecimento externo, fica localizado ligeiramente acima do nível 0, e é o responsável pelo controlo e transporte dos fluidos que estão ligados aos moldes e às placas da prensa. Nesta parte do *kit* circulam os seguintes fluidos:

- Vapor de água a alta pressão (18-20 bar);
- Vapor condensado “limpo”, ligado às placas da prensa;

- Vapor condensado “sujo” (pois traz consigo alguns detritos), ligado aos moldes da prensa (designado por dreno).

As futuras prensas do canal 6B possuem a capacidade de vulcanizar dois pneus em ciclos assíncronos, o que significa que possuem dois moldes a realizar curas com ciclos independentes. Desta forma, existe a necessidade de assegurar que cada cavidade da prensa possui um *kit*.

Os fluidos circulam nas tubagens do *kit* a altas pressões e temperaturas. A pressão máxima que se pode atingir são os 2,2 N/mm² (22 bar) e a temperatura máxima aproxima-se dos 240 °C. No *kit* de vapor existe uma série de válvulas, desde válvulas de retenção, válvulas de macho esférico manuais e válvulas ON/OFF de controlo remoto, que permitem o controlo destes mesmos fluidos. Na tabela 30 encontra-se uma breve explicação da finalidade das válvulas e outros equipamentos que constituem o *kit* de vapor.

Tabela 30 - Tipos de equipamentos que fazem parte do *kit* de vapor

Equipamento	Descrição
Válvula de macho esférico manual	As válvulas de macho esférico são válvulas que permitem o controlo do fluxo do fluido, permitindo a passagem total do fluido, ou então uma interrupção total da passagem do fluido.
Válvulas de retenção	As válvulas de retenção, também designadas por válvulas antirretorno, servem para assegurar que o fluxo circula no sentido pretendido.
Válvula proporcional	Geralmente, o <i>kit</i> de vapor é constituído por uma válvula proporcional que é uma válvula de globo que faz o controlo do caudal. Estas podem permitir a passagem total do fluido, impedir completamente a passagem de fluido ou posicionarem-se em situações intermédias. Permitem o controlo remoto.
Válvula ON/OFF	As válvulas ON/OFF são válvulas de globo que permitem fazer uma gestão da pressão do fluido. Permitem o controlo remoto.
Discos calibrados	Os discos calibrados impõem uma redução da secção da tubagem, provocando uma queda de pressão naquele ponto.
Purgadores	Os purgadores permitem a remoção de condensados do vapor.
Reservatório	Estrutura cilíndrica que permite a acumulação de condensados de vapor. Encontra-se ligado a um sistema que permite a expulsão dos condensados.
PT100	Sonda que permite o controlo da temperatura.

Parâmetros de destaque

O projeto mecânico deste *kit* envolve a intervenção de vários componentes, nomeadamente, as tubagens, os acessórios e válvulas. Cada um dos componentes é definido por vários parâmetros, entre os quais, o Diâmetro Nominal (DN), o *Schedule* e

a Pressão Nominal (PN). Desta forma, torna-se importante explicar cada um destes parâmetros.

O termo diâmetro nominal (DN), definido pela norma *ISO*, corresponde a um conjunto de tamanhos padrão que foram delineados para categorizar os diâmetros externos de tubagens, de acessórios de tubagens e os diâmetros de entrada e de saída das válvulas. O termo equivalente pelas normas americanas é o NPS (*Nominal Pipe Size*). Os termos DN e NPS são adimensionais, isto é, não refletem uma medida exata nem pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), nem pelo sistema americano. Por uma questão de simplificação, estes tamanhos padrão apresentam valores inteiros e foram padronizados em séries. Os diâmetros mais usados neste projeto são todos os diâmetros compreendidos entre o valor DN15 e DN40. Na tabela 31 apresentam-se os valores de diâmetros correspondentes, apresentados em milímetros.

O diâmetro interno de uma tubagem é, geralmente, definido pelo termo *Schedule*. Este último é também uma medida padrão definido pela norma ASME (*American Society of Mechanical Engineers*), que relaciona a pressão admissível da tubagem e a tensão de cedência do material da tubagem. A norma padronizou o *Schedule* em várias séries, sendo o *Schedule 40* e o *80* os mais utilizados em tubagens desta natureza. Por uma questão de garantir a durabilidade das tubagens, neste tipo de aplicação é usual usar o tamanho *Schedule 80* para definir a espessura da tubagem.

Na tabela 31 apresentam-se os valores, em milímetros, dos diâmetros definidos pelo DN e NPS, e a espessura correspondente das tubagens e acessórios para um tamanho *Schedule 80*.

Tabela 31 - Valores de diâmetros e espessuras correspondentes, em mm, para um valor de 80 de *Schedule*

DN	NPS	Diâmetro (mm)	Espessura (mm)
15	½	21,34	3,73
25	1	33,40	4,55
32	1 ¼	42,16	4,85
40	1 ½	48,26	5,08
50	2	60,30	5,54

O parâmetro da Pressão Nominal (PN), definido pela norma ISO 7268 [67], é um parâmetro que padroniza as pressões máximas que um dado equipamento/acessório suporta. Da mesma forma que o diâmetro nominal, a pressão nominal representa um valor arredondado, padronizado, e não um valor específico de pressão nas unidades SI. A norma em questão padronizou uma série para a pressão nominal, apresentando os seguintes valores de PN: 1, 2.5, 6, 10, 16, 25, 40, 64, e superiores. O parâmetro PN aplica-se não só às válvulas, mas também a todo o tipo de acessórios a ser acrescentados num sistema de tubagens.

O projeto dos *kits* de vapor para as prensas engloba, numa primeira fase, uma avaliação do *kit standard*. Esta avaliação faz-se através da análise aos esquemas

pneumáticos cedidos pelo fabricante das prensas. Os esquemas pneumáticos permitem identificar algumas das características das válvulas, incluindo o número e o tipo de válvulas e o diâmetro das tubagens. Depois torna-se ainda necessário selecionar as tubagens e os acessórios mais adequados e esboçar soluções. A avaliação do espaço disponível é algo muito importante para garantir que o *kit* se adequa ao canal.

3.4.5 *Hotte* e sistemas de ventilação

Toda a zona de vulcanização necessita de uma rede de ventilação e climatização, quer para extrair os fumos libertados pelo processo de vulcanização, quer para introduzir ar novo tratado. O objetivo é que a quantidade de ar extraído seja superior ao ar insuflado, de forma a que se crie uma depressão que promova a deslocação do ar das zonas envolventes para a zona de vulcanização e, assim, impedir que os fumos se dispersem pela zona fabril. A ventilação/climatização dos canais é feita com recurso aos equipamentos mencionados na tabela 32.

Tabela 32 - Tipos de equipamentos no sistema de ventilação e climatização

Função	Equipamentos	Descrição
Isolamento	<i>Hotte</i>	Estrutura metálica, suportada por pilares, que procura isolar o canal das prensas.
Ventilação e climatização	Ventiladores axiais (VE)	Colocados na parte superior de cada canal e fazem a extração dos fumos. Geralmente, são colocados 4 VE's por canal.
	Difusores de fluxo de deslocamento (DT)	Colocados em duas zonas do canal: junto ao pavimento e a 3-4 metros do pavimento e fazem a insuflação do ar externo.
Tratamento do ar	UTAH	Localizada na cobertura do pavilhão e fazem a insuflação de ar entre os canais.
	UTAP	Localizada na cobertura do pavilhão e fazem a insuflação de ar na periferia do canal.

O sistema da *Hotte* e respetiva ventilação é projetado por uma empresa externa, sendo que a mesma está responsável pelo dimensionamento dos ventiladores e restantes elementos que farão a renovação do ar na zona da vulcanização.

A integração deste sistema no *layout* implica, essencialmente, três pontos:

- Colocação dos pilares da *Hotte*, cuja posição já se encontra definida (posição extraída do desenho "*Layout* de aprovação" disponível no anexo E – "Documentos da empresa de acolhimento");
- Definição da área da *Hotte* que está relacionada com o posicionamento dos pilares;
- Definição do posicionamento dos ventiladores.

3.4.6 Rede de tapetes transportadores de pneus

Depois de vulcanizados, os pneus seguem para uma etapa em que a sua qualidade é inspecionada. O transporte desde a prensa de vulcanização até à zona de inspeção é garantido pelo sistema *Curing Tires Transport System* (CTTS). O CTTS é um sistema constituído por tapetes transportadores e por dispositivos que fazem a inspeção de qualidade. No contexto deste projeto, estão incluídos os seguintes elementos:

- O tapete principal que circula no sentido do início para o fim do canal e recolhe todos os pneus vindos dos tapetes de descarga das prensas;
- O segundo tapete, ligado ao tapete principal, que circula do fim do canal para o início (num nível superior) e que reencaminha os pneus, automaticamente, para a próxima fase de inspeção;
- O sistema SOS, localizado no fim do canal, que possibilita a recolha manual dos pneus, caso haja algum constrangimento na linha;
- Sistema localizado no final do canal que permita visualizar a parte superior dos tapetes em caso de constrangimentos na linha;
- Quadro elétrico do sistema.

A área destinada para os tapetes transportadores encontra-se realçada a cor amarela na figura 29, sendo que também estão abrangidos os tapetes de descarga, que fazem parte do sistema das prensas de vulcanização.

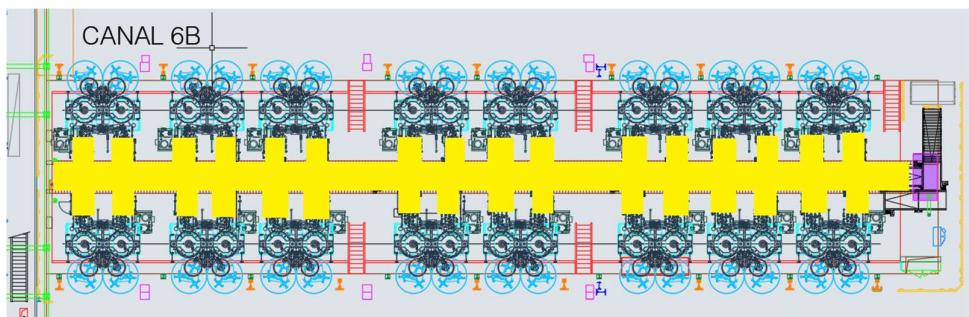


Figura 29 - Realce a cor amarela da área destinada para os tapetes transportadores

O projeto, construção e instalação da rede de tapetes fica ao encargo de uma empresa externa (MOVAÇO). A integração deste sistema no *layout* implica, numa primeira fase, aplicar o desenho da rede de tapetes usado no canal 7B, no *layout* do canal 6B e efetuar os reajustes necessários. Para este reajuste, deverão ser tidos em conta os pormenores destacados na tabela 33.

Tabela 33 - Intervenções no projeto dos tapetes transportadores

Elementos	Possível alteração
Motores	Verificar posição dos motores para garantir que é permitido o acesso aos mesmos para efeito de manutenção;
Limites do tapete principal	O tapete principal encontra-se dividido em várias secções, no entanto, deverá ser garantido que as divisões entre secções não fiquem localizadas em frente às prensas;
Quadro elétrico	Verificar melhor localização para o quadro elétrico;
Pilares de suporte	Verificar melhor localização dos pilares, sendo que os pilares devem ficar apoiados nos pilares estruturais integrados no projeto da estrutura do canal.
Atravancamento	Necessário especificar largura e comprimento dos tapetes.

3.4.7 Corredor de limpeza

Na parte superior do canal, encontra-se uma estrutura móvel que permite o acesso à parte superior do canal, possibilitando a sua limpeza. Nos canais anteriores, esta estrutura encontra-se suportada nos pilares da *Hotte*, no entanto, uma vez que no canal 6B a morfologia do edifício é diferente, pois tem zonas mais baixas do que o habitual, torna-se necessário renovar o projeto do corredor. Desta forma, torna-se necessário arranjar uma nova solução para o corredor de limpeza.

3.4.8 Outros subsistemas

Para além dos sistemas mencionados anteriormente, convém também salientar outros elementos que fazem parte da vulcanização, como por exemplo, os sistemas de distribuição da rede elétrica e os mecanismos de segurança.

Rede elétrica



Figura 30 - Calha perfurada para suporte de cabos [68]

A grande variedade de componentes existentes no canal 6B, implica uma extensa rede elétrica que deverá encontrar-se protegida. Para esse efeito, é comum o uso de calhas de aço laminado perfuradas, como exemplifica a figura 30. Este tipo de instalação é, geralmente a última a ser realizada, mas o espaço para as calhas deverá ser um

pormenor definido em avanço. Geralmente, estas calhas ficam localizadas no centro do canal, sendo suportadas pela estrutura metálica que também suporta as tubagens principais.

Mecanismos de segurança

Ao longo de todo o canal, podem ser encontradas barreiras de segurança e outros mecanismos que delimitam determinados locais ou equipamentos, garantindo a segurança dos utilizadores. Este tipo de mecanismos deve ser marcado no *layout*.

Um destes mecanismos habitualmente usado, trata-se de uma barreira de segurança, colocada nas extremidades do canal, fazendo assim a divisão entre o canal e o corredor de passagem principal.

A prensa trata-se do equipamento ao qual estão associados mais mecanismos de segurança, uma vez que se trata do equipamento que representa uma situação de maior perigo. A norma DIN EN ISO 16474 [66] apresenta os requisitos de segurança apropriados para prensas de vulcanização.

Norma de segurança DIN EN ISO 16474

As prensas implementadas na empresa de acolhimento apresentam um fluxo automático, isto é, os pneus são colocados automaticamente na prensa através de mecanismos, e são retirados da prensa da mesma forma. Assim, as prensas em questão inserem-se no caso retratado na figura 31, apresentando três áreas distintas de proteção.

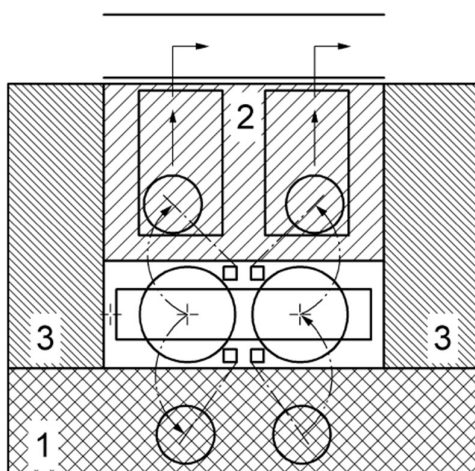


Figura 31 - Áreas de proteção das prensas [66]

A zona 1 representa a parte da frente da prensa, onde estão os GTS ou MGTS; a zona 2 representa a parte de trás da prensa onde se situam os tapetes de descarga; e a zona 3 representa a área lateral da prensa.

Associado a cada área marcada na figura 31, existem perigos associados e medidas de segurança que podem ser adotadas. A tabela 34 apresenta os principais perigos associados a cada área e os mecanismos de segurança recomendados, segundo a norma DIN EN ISO 16474 [66].

Tabela 34 - Perigos associados às prensas de vulcanização e mecanismos de segurança aplicáveis

Perigo	Área	Mecanismo de segurança aplicáveis
Perigo associado ao movimento de abertura dos moldes	1	Scanner, cortina de luz, barreiras de proteção fixas
	2	Barreiras de proteção
	3	Barreiras de proteção
Perigo associado ao movimento do braço carregador: subida, descida, rotação, ativação do mecanismo	1	Scanner, cortina de luz, barreiras de proteção fixas
	2	Barreiras de proteção fixas
	3	Barreiras de proteção fixas
Queda de pneu em verde do descarregador	2 e 3	Portas de segurança e barreiras de proteção
Fugas de azoto; fuga de fluido pelas tubagens; fuga de fluido pelas mangueiras	2 e 3	O fabricante deverá dar informações sobre o manuseamento dos fluidos e riscos associados; a responsabilidade da montagem fica a cargo do utilizador.

Mecanismo de segurança contra incêndios

Os mecanismos de segurança contra incêndios são uma parte importante do projeto. A empresa de acolhimento usa o sistema de *sprinklers* para efetuar a extinção automática. Os *sprinklers* são mecanismos que têm a capacidade de detetar um incendio de forma automática e, extingui-lo na sua fase inicial. O sistema associado aos *sprinklers*, implica a existência de tubagens para o transporte de água e válvulas para o seu controlo. Estes sistemas ficam localizados, geralmente, ao nível dos tetos.

3.5 Metodologia

O projeto em questão envolveu três tipos de intervenções nos sistemas, incluindo uma fase de adaptação, uma fase de projeto e uma fase de verificação de sistemas. Assim, numa primeira análise aos sistemas, classificaram-se os mesmos em três grupos, consoante o nível de intervenção necessária, sendo estes os seguintes:

Grupo A (verificação): projetos que estão a ser desenvolvidos por empresas externas ou por algum departamento da empresa de acolhimento. Na eventualidade de ser encontrado algum problema, este deve ser registado, comunicado à empresa em questão e analisado. Neste grupo, insere-se o projeto da estrutura do canal, rede de tubagens, os pilares da *Hotte* e a *adapter frame*.

Grupo B (adaptação): projetos desenvolvidos por empresas externas ou por algum departamento da empresa de acolhimento. Na eventualidade de se encontrar algum problema, este deve ser registado e o desenho do sistema deverá ser modificado para, numa fase posterior, comunicar as alterações à entidade responsável. Dentro deste grupo inserem-se as prensas de vulcanização e a rede de tapetes transportadores.

Grupo C (projeto): projetos que serão desenvolvidos no contexto da presente dissertação. Dentro deste grupo, destacam-se os *kits* de vapor e o corredor de limpeza.

A figura 32 apresenta um fluxograma em que está esquematizada a metodologia aplicada na resolução do problema em causa, sendo que a classificação mencionada anteriormente encontra-se destacada pelas letras A, B ou C, ao lado de cada grupo.

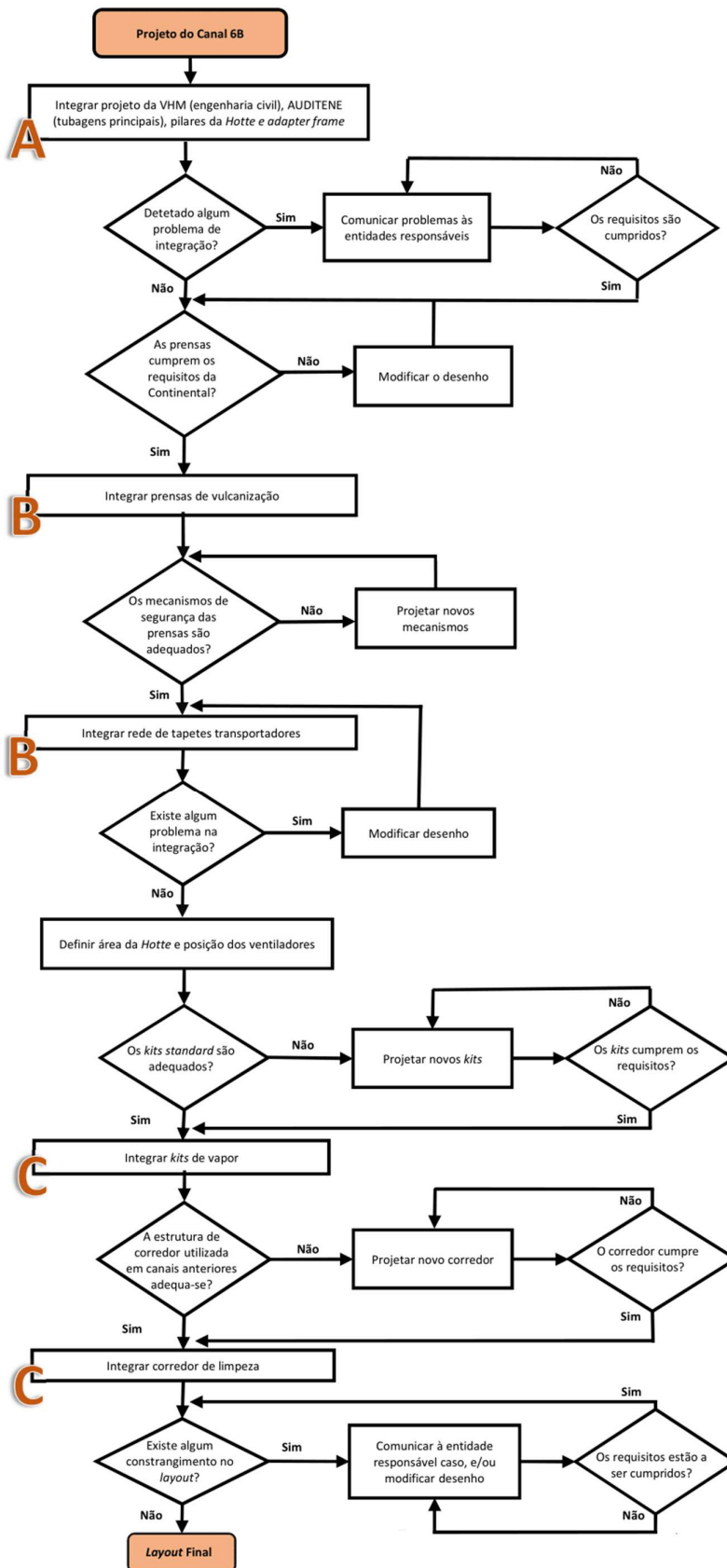


Figura 32 - Fluxograma da metodologia seguida (Autoria própria)

3.6 *Tempestade de ideias*

3.6.1 Grupo de análise

A tabela 35 nomeia as pessoas que intervieram de alguma forma no projeto, de acordo com a sua área de intervenção.

Tabela 35 - Intervenientes no projeto de acordo com a área de intervenção

Área de intervenção	Intervenientes
Projeto 2D/3D	Ildeberto Louro e José Gonçalves do Departamento de Engenharia da Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A.
Tomada de decisões e avaliação de ideias	Nuno Costa e Jose Conde do Departamento de Engenharia 5 Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A.

3.6.2 Ideias

Neste subcapítulo encontram-se descritas as ideias para a otimização/projeto dos sistemas, antes da sua implementação no *layout*.

3.6.2.1 *Prensas de vulcanização*

Como já referido, as prensas *standard* apresentam algumas diferenças em relação às prensas já instaladas na empresa de acolhimento. Na tabela 36 apresentam-se as soluções para a otimização das prensas *standard*.

Tabela 36 - Ideias para a otimização das prensas *standard*

Elementos	Descrição
Suporte de pneus	Caso prensa <i>standard</i>: as prensas possuem suportes do tipo GTS;
	Ideia de otimização: Retirar a estrutura do GTS e integrar MGTS.
Quadro elétrico individual	Caso prensa <i>standard</i>: as prensas possuem dois quadros por prensa localizados no nível 0;
	Ideia de otimização: Colocar os dois quadros no nível subterrâneo, como se verifica nos restantes canais da fábrica.
Painel de controlo	Caso prensa <i>standard</i>: Painel localizado no centro da máquina;
	Ideia de otimização: Mover os painéis de controlo para o lado direito da prensa, tal como se verifica nos restantes canais da fábrica.
Tapetes de descarga	Caso prensa <i>standard</i>: os tapetes de cada prensa estão distanciados 1460 mm.
	Ideia de otimização A: aproximar os tapetes de descarga para, pelo menos, 430 mm, como se verifica nos canais da fábrica;
	Ideia de otimização B: Fazer abertura no gradil entre os tapetes de descarga, permitindo o acesso ao local através de escadas colocadas no nível subterrâneo.

3.6.2.2 Kits de vapor

Os kits de vapor são elementos que são projetados, atendendo às recomendações dadas pelo fabricante e aos requisitos da empresa de acolhimento. As ideias apresentadas neste capítulo dizem respeito às soluções de otimização do kit do modelo CK52 *standard*.

As primeiras soluções foram esboçadas tendo em conta os esquemas pneumáticos fornecidos pelo fabricante. Os esquemas pneumáticos para o kit de aquecimento interno e para o kit de aquecimento externo encontram-se disponíveis no anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”.

Kit de vapor para o aquecimento interno

O esquema original foi alterado de forma a cumprir os requisitos definidos pela empresa de acolhimento. A figura 33 apresenta uma versão simplificada do esquema pneumático disponível no anexo E - “Documentos da empresa de acolhimento”, com as alterações sinalizadas a cor vermelha.

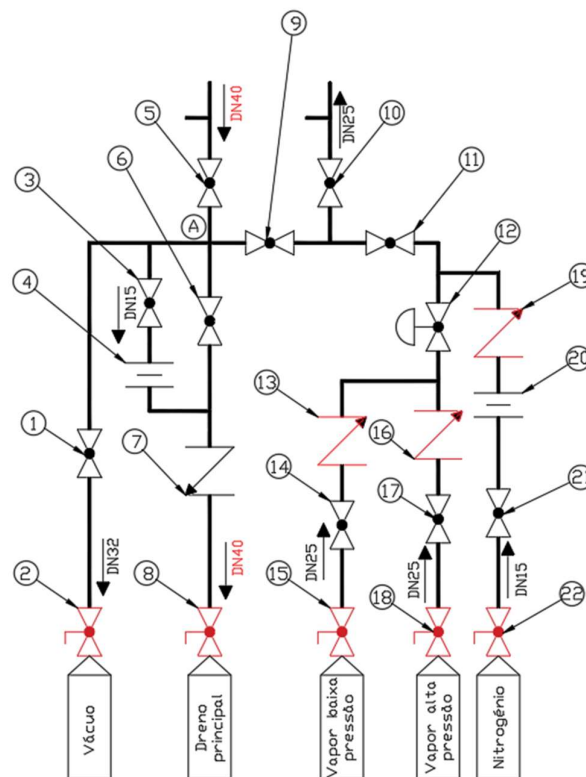


Figura 33 - Esquematização do kit de vapor – aquecimento interno

A tabela 37 apresenta a informação relativa às válvulas e equipamentos que constam no kit de vapor, de acordo com a numeração da figura 33.

Tabela 37 - Válvulas e equipamentos no *kit* de vapor para o aquecimento interno

Nº	Equipamento	Tamanho	Marca	Modelo
1	Válvula ON/OFF	DN32	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
2	Válvula de esfera	DN32	<i>Mecafrance</i>	R 55HT
3	Válvula ON/OFF	DN15	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
4	Orifício calibrado	DN15 (5 mm)	Desenvolvido na Continental	
5	Válvula ON/OFF	DN40	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
6	Válvula ON/OFF	DN40	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
7	Válvula de retenção	DN40	Gestra	RK86
8	Válvula de esfera	DN40	<i>Mecafrance</i>	R 55HT
9	Válvula ON/OFF	DN25	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
10	Válvula ON/OFF	DN25	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
11	Válvula ON/OFF	DN25	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
12	Válvula proporcional	DN25	Samson	3241-7
13	Válvula de retenção	DN25	Gestra	RK86
14	Válvula ON/OFF	DN25	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
15	Válvula de esfera	DN25	<i>Mecafrance</i>	R 55HT
16	Válvula de retenção	DN25	Gestra	RK86
17	Válvula ON/OFF	DN25	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
18	Válvula de esfera	DN25	<i>Mecafrance</i>	R 55HT
19	Válvula de retenção	DN15	Gestra	RK86
20	Orifício calibrado	DN15 (5 mm)	Desenvolvido na Continental	
21	Válvula ON/OFF	DN15	<i>Schubert&Salzer</i>	7032
22	Válvula de esfera	DN15	<i>Mecafrance</i>	R 55HT

As principais mudanças no *kit* foram as seguintes:

- **Alteração 1**

O maior constrangimento em termos de fluxo verifica-se quando há a drenagem do diafragma. No momento da cura em que há a expulsão da água e detritos do diafragma, as válvulas 5 e 10 funcionam no mesmo sentido, isto é, ambas permitem a passagem do fluido no sentido do diafragma para a rede de tubagens. A válvula 11 evita a passagem do fluido para os troços do vapor e do azoto. A válvula 9 funciona como *bypass*, e no momento da drenagem, permite que o fluido passe da válvula 10 para a válvula 9. Ao ponto A chega, então, o fluido que segue o trajeto “diafragma – mangueira – válvula 10 – válvula 9” e o que segue o trajeto “diafragma – mangueira – válvula 5”. A partir do ponto A, o fluido oriundo dos dois trajetos terá de ser expulso pelo troço do dreno principal, pois a válvula 1 encontra-se fechada. Assim, verifica-se o seguinte:

- Área da secção correspondente ao trajeto pelas mangueiras de ligação (equivalente a duas vezes a área de um troço DN25, pois as mangueiras apresentam esse tamanho) = 927,54 mm²;
- Área da secção da tubagem de dreno principal (originalmente, DN32) = 827,54 mm².

A área de secção das tubagens antes do ponto A (duas mangueiras DN25) é superior à área da secção da tubagem superior (dreno principal), havendo assim um estrangulamento do fluxo. Desta forma, aumentou-se o diâmetro do troço do dreno principal, de forma a que a área da secção desse troço fosse superior à área equivalente às duas mangueiras de ligação. Assim, a tubagem do dreno principal terá tamanho DN40 (cuja área de secção é 1140,09 mm²). Por uma questão de uniformização das tubagens, aumentou-se também o troço onde consta a válvula 5, para tamanho DN40.

- **Alteração 2**

Incluíram-se novas válvulas de retenção nos pontos 13, 16 e 19, de forma a assegurar que o fluxo circula na direção pretendida e não força as válvulas no sentido oposto do seu funcionamento;

- **Alteração 3**

Incluíram-se válvulas de macho esférico entre o *kit* de vapor e a rede de tubagens, para permitir a não passagem de fluido quando se pretender fazer manutenção ao *kit* (pontos 2, 8, 15, 18 e 22).

Kit de vapor para o aquecimento externo

O primeiro passo na concretização do *kit* de vapor para o aquecimento externo passou por analisar o esquema pneumático fornecido. No entanto, tal como no *kit* para o aquecimento interno, o esquema original foi alterado de forma a cumprir os requisitos definidos pela empresa de acolhimento. A figura 34 apresenta uma versão simplificada do esquema pneumático em anexo, com as alterações sinalizadas a cor vermelha.

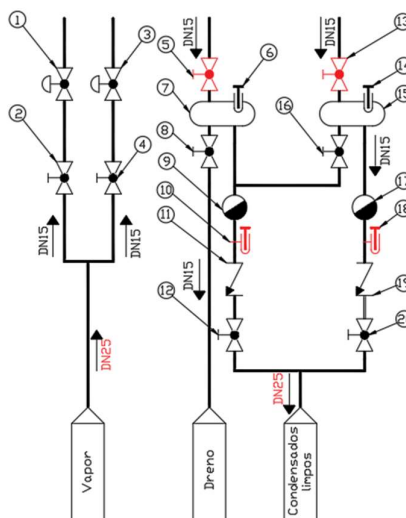


Figura 34 - Esquematização do kit de vapor - aquecimento externo

A tabela 38 apresenta informação relativa às válvulas e outros equipamentos que fazem parte deste *kit*, de acordo com a numeração da figura 34.

Tabela 38 - Válvulas e equipamentos para o *kit* de vapor para o aquecimento externo

Nº	Equipamento	Tamanho	Marca	Modelo
1	Válvula proporcional	DN15	Samson	3241-7
2	Válvula de esfera	DN15	Mecafrance	R 55HT
3	Válvula proporcional	DN15	Samson	3241-7
4	Válvula de esfera	DN15	Mecafrance	R 55HT
5	Válvula de esfera	DN15	Mecafrance	R 55HT
6	Sonda PT100	½"	AMBItemp	TRH 51B
7	Reservatório de condensados	-	Desenhado pela Continental	
8	Válvula de esfera	DN15	Mecafrance	R 55HT
9	Purgador	DN15	Armstrong	881
10	Sonda PT100	½"	AMBItemp	TRH 51B
11	Válvula de retenção	DN15	Gestra	RK86
12	Válvula de esfera	DN15	Mecafrance	R 55HT
13	Válvula de esfera	DN15	Mecafrance	R 55HT
14	Sonda PT100	½"	AMBItemp	TRH 51B
15	Reservatório de condensados	-	Desenhado pela Continental	
16	Válvula de esfera	DN15	Mecafrance	R 55HT
17	Purgador	DN15	Armstrong	881
18	Sonda PT100	½"	AMBItemp	TRH 51B
19	Válvula de retenção	DN15	Gestra	RK86
20	Válvula de esfera	DN15	Mecafrance	R 55HT

As principais alterações realizadas foram as seguintes:

- **Alteração 1**

Em projetos anteriores, a ligação entre o *kit* e a rede de tubagens era feita de forma independente para cada tubagem, isto é, cada tubagem era ligada diretamente às tubagens principais, originando um elevado número de picagens e cruzamento de tubagens. Desta forma, optou-se por colocar três coletores, agrupando as tubagens em três grupos, o de vapor, o de condensados e o de drenagem.

- **Alteração 2**

Acrescentaram-se duas válvulas de esfera manuais, indicadas nos pontos 5 e 13, para possibilitar a interrupção de fluido na linha dos condensados para efeitos de manutenção. No lugar da linha de purga, colocou-se uma sonda PT100.

- **Alteração 3**

Eliminou-se a linha de purga localizada entre o purgador e a válvula de retenção, uma vez que o purgador executa a mesma função. No lugar da linha de purga, indicado nos pontos 10 e 18, colocou-se uma sonda PT100, que permitirá fazer o controlo do funcionamento do purgador.

3.6.2.3 Corredor de limpeza

A estrutura do corredor de limpeza usada nos canais mais recentes da fábrica não pode ser aplicada no canal 6B, uma vez que este canal apresenta uma limitação de altura. Caso se implementasse a mesma estrutura, colocando-a à altura mínima admissível, isto é, à altura que não comprometa o funcionamento e a instalação da prensa, resultaria que a altura entre a base da estrutura e o teto fosse de, aproximadamente, 1400 mm. A empresa de acolhimento requer que a altura entre a base da estrutura e o teto seja, pelo menos, 2200 mm, o que significa que a estrutura terá de ser reavaliada.

Numa primeira abordagem, tentou-se manter a mesma tipologia de corredor que está aplicada nos canais da fábrica, ou seja, um corredor contínuo que percorre todo o canal. O único local onde tal é possível, e onde é possível aceder à parte interna do canal, é ao lado dos tapetes transportadores do nível superior.

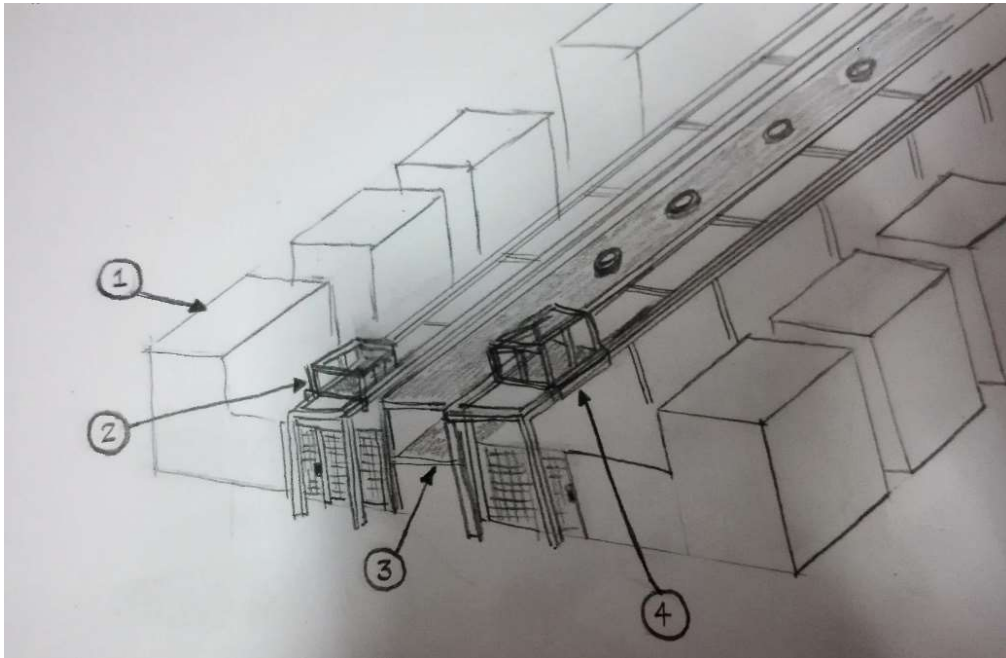


Figura 35 - Esboço da primeira solução para o corredor de limpeza

Assim, esboçou-se a solução representada na figura 35, sendo que o bloco 1 representa as prensas, o número 3 refere-se à estrutura dos tapetes transportadores de pneus e os números 2 e 4 referem-se à estrutura dos corredores de limpeza. Esta estrutura é semelhante à estrutura instalada na fábrica, no entanto, o suporte da mesma, em vez de ser feito nos pilares da *Hotte* e a estrutura ficar suspensa, a estrutura passa a ser suportada por novos pilares a implementar no nível zero.

3.6.2.4 Mecanismos de segurança

As prensas *standard* já possuem alguns mecanismos de segurança, nomeadamente, as portas situadas em cada lado da prensa, e barreiras de proteção na zona 1 (consultar figura 31). No entanto, pela norma DIN EN ISO 16474 [66], é recomendada a implementação de medidas de proteção adicionais. Assim, solucionou-se implementar as seguintes medidas:

- *Scanner* a implementar na zona 1, para delimitar toda a zona de perigo na frente da prensa;
- Barreira de proteção para delimitar lateralmente a parte mais crítica marcada pelo *scanner* (necessário compatibilizar com solução já existente);
- Barreiras de proteção para vedar o acesso à zona 2 da prensa;
- Barreiras de proteção no nível subterrâneo para delimitar a zona das mangueiras;
- Material isolador nas tubagens do *kit* para evitar o contacto com as tubagens a altas temperaturas.

3.6.3 Análise crítica técnica

Este subcapítulo apresenta uma análise técnica das soluções apresentadas no subcapítulo anterior.

3.6.3.1 Prensas de vulcanização

Suporte de pneus

As prensas instaladas nos canais de vulcanização mais recentes possuem MGTS. Verificou-se que o modelo CK52 *standard* possui GTS, portanto, a primeira solução de otimização é retirar o GTS e colocar um MGTS. O uso de MGTS é mais vantajoso, uma vez que, desta forma, o vulcanizador não precisa de colocar pneus no suporte com tanta frequência, permitindo que este tenha mais disponibilidade para resolver outras questões relacionadas com as prensas.

Convém ressaltar que no local de introdução do MGTS existem barreiras de proteção, que poderão necessitar de intervenção, devido ao maior espaço ocupado pelo MGTS em comparação com o GTS.

Quadro elétrico individual

Ao analisar o desenho da versão *standard* da prensa CK52, foi possível verificar que estas prensas possuem um quadro elétrico por cavidade, ao contrário do que acontece nas prensas anteriormente instaladas. De acordo com o desenho destas prensas, os quadros elétricos individuais apresentam-se no nível 0, o que também difere dos casos anteriores, em que o quadro elétrico fica localizado no nível subterrâneo.

A colocação do quadro elétrico no nível 0 é inconveniente pelos seguintes motivos:

- O seu atravancamento limita o acesso ao tapete principal, sobrando muito pouco espaço entre prensas, dificultando também a sua manutenção;
- No nível 0 há uma maior deposição de detritos devido ao contacto direto com os vapores da prensa;
- A temperatura no nível 0 é 10°C superior à temperatura no nível subterrâneo, havendo uma maior sobrecarga das unidades de ar condicionado.

A colocação dos quadros elétricos no nível subterrâneo é vantajoso pois, para além de contornar os tópicos mencionados acima, permite que haja melhores condições para a manutenção dos próprios quadros. Os aspetos menos vantajosos deste reposicionamento é o facto de afastar o quadro do painel de controlo, implicando que o operador de manutenção tenha de fazer um maior esforço e deslocar-se a uma maior distância.

Por outro lado, a remoção dos quadros elétricos individuais do nível zero, faz com que não exista nenhuma barreira entre o corredor de passagem e os mecanismos da

prensa. Assim, por questões de segurança, torna-se necessário implementar barreiras de segurança.

Painel de controlo

Nas prensas CK52 *standard*, o painel de controlo está integrado na estrutura da própria prensa e localiza-se no centro da mesma, entre os GTS. A alteração da posição do painel de controlo para uma posição em que não esteja incorporado na prensa, é vantajosa, na medida em que o utilizador pode estar mais afastado nos moldes, posicionando-se num local mais seguro. E, por outro lado, ganha-se mais espaço para o posicionamento dos MGTS/GTS e para eventuais tarefas de manutenção.

A ideia de otimização para este elemento consiste em reposicionar todos os painéis de controlo para o lado direito da prensa, entrando em conformidade com o que se verifica nos restantes canais. A questão da conformidade com os restantes canais é importante, na medida em que é mais intuitivo para os utilizadores localizarem o painel de cada prensa, sem haver erros.

Importante referir também que os painéis de controlo se encontram ligados ao quadro elétrico de cada prensa, através de cabos elétricos. Estando os quadros elétricos localizados no nível subterrâneo, torna-se necessário fazer a ligação entre os dois níveis, procurando evitar situações indesejáveis, como por exemplo, fazer o furo para a passagem dos cabos em locais em que seja difícil perfurar ou seja uma operação demorada.

Tapetes de descarga

No funcionamento normal da vulcanização é normal haver falhas, nomeadamente, no posicionamento dos pneus nos tapetes, o que faz com que, pontualmente, o pneu saia fora dos limites do tapete e caia em cima do *kit* de vapor da prensa. Por outro lado, em situações pontuais, existem estrangulamentos na linha (*bottlenecks*), sobretudo, nos tapetes principais, podendo, eventualmente, ficar algum pneu bloqueado entre a transição de tapetes.

Desta forma, numa situação ideal, devia-se garantir que o espaçamento entre tapetes fosse de tal forma limitado, que reduzisse a possibilidade de um pneu cair entre os tapetes. Por outro lado, o acesso à parte superior dos tapetes de descarga seria algo muito vantajoso, pois iria permitir a resolução de problemas de estrangulamento da linha.

Esta redução de espaçamento entre tapetes é algo que se verifica nas prensas instaladas na fábrica da Continental em Lousado. No entanto, na análise ao modelo *standard*, verificou-se que o espaçamento entre os tapetes de descarga é superior ao espaçamento definido nas prensas dos canais já existentes, devido à existência do mecanismo PCI. Com a remoção do PCI, deverão ser tomadas precauções de forma a evitar que os pneus caiam entre os tapetes.

Para contornar o problema, idealizaram-se duas soluções:

A – Reduzir o espaçamento entre os tapetes, e colocar escadas no nível 0 (uma por cavidade) que permitam o acesso à parte superior dos tapetes;

B - Fazer abertura no gradil entre os tapetes de descarga, permitindo o acesso ao local através de escadas colocadas no nível subterrâneo.

A análise a estas soluções encontra-se na tabela 39.

Tabela 39 - Análise crítica das soluções de otimização para os tapetes de descarga das prensas

Soluções	Análise
A	<p>Vantagens</p> <p>↑ Um espaçamento mais curto irá reduzir a probabilidade de um pneu cair em cima do <i>kit</i> de vapor, fazendo com que, no pior caso, o pneu fique preso entre os dois tapetes;</p> <p>↑ As escadas permitem o acesso à parte superior do tapete, possibilitando a resolução de problemas de estrangulamento.</p>
	<p>Desvantagens</p> <p>↓ Tratando-se de uma mudança mais drástica na prensa, é necessária a confirmação da viabilidade da solução com o fornecedor das prensas;</p> <p>↓ As escadas de acesso vão reduzir o espaço na parte posterior da prensa.</p>
B	<p>Vantagens</p> <p>↑ Não é necessária nenhuma intervenção nos tapetes;</p> <p>↑ Necessita apenas de uma escada para aceder aos dois tapetes.</p>
	<p>Desvantagens</p> <p>↓ A construção das escadas interfere com os pilares do <i>rack</i> de tubagens;</p> <p>↓ O <i>kit</i> de vapor para o aquecimento externo fica localizado no centro das prensas, num nível inferior ao tapete de descarga, existindo assim interferência entre os dois subsistemas;</p> <p>↓ Possibilidade de os pneus caírem entre os tapetes mantêm-se, podendo agora cair no nível subterrâneo.</p>

Apesar da solução “A” exigir a implementação de duas escadas, que são inconvenientes pelo espaço que ocupam, esta solução é a mais eficiente, e a que entra de acordo com as restantes prensas instaladas na fábrica. A solução “B”, embora não implique alterações nos tapetes, obriga a alterações na disposição dos *kits* e nas estruturas presentes no nível subterrâneo, alterando assim, projetos elaborados por outras empresas.

A alteração da posição dos tapetes de descarga está dependente de outros mecanismos da prensa, nomeadamente, do mecanismo PCI e do braço de descarga. Desta forma, não se trata de uma alteração direta, e necessita da intervenção do fabricante da prensa. A alteração da distância entre os tapetes, implicaria a intervenção nos seguintes aspetos:

- Disposição dos motores: na versão *standard*, os motores ficam localizados entre os dois tapetes de descarga. Na eventualidade de se aproximarem os tapetes, poderia não haver espaço para os motores, sendo preferível que se localizassem nas extremidades externas dos tapetes de descarga. Por outro lado, a sua localização na parte de fora dos tapetes, iria permitir uma melhor acessibilidade para efeitos de manutenção;
- Apoios dos tapetes: na versão *standard* os apoios dos tapetes estão suportados numa viga que apoia, simultaneamente, os tapetes de descarga das duas cavidades. Ao deslocar os dois tapetes de transporte, os apoios teriam de ser repensados, salvaguardando o facto de que teria de se ter em consideração o espaço para o *kit* para o aquecimento externo, localizado de baixo dos dois tapetes;
- Escadas de acesso: as escadas que permitiriam o acesso à parte superior do tapete, teriam de ser projetadas de acordo com as normas de segurança adequadas, em particular, a norma ISO 14122-3 [66] sobre os requisitos para os meios permanentes de acesso a maquinaria.

3.6.3.2 Kits de vapor

Kit para o aquecimento interno

A alternativa apresentada no capítulo anterior para o *kit* para o aquecimento interno apresenta vantagens em relação ao *kit standard*, pois, de facto, espera-se uma otimização do funcionamento do mesmo. As vantagens em relação ao *kit standard* são as seguintes:

- Um possível ponto de estrangulamento do fluxo é eliminado, através do aumento da secção da tubagem;
- Otimizou-se o funcionamento das válvulas ON/OFF com a implementação de válvulas de retenção adicionais, pois, estas garantem que as válvulas ON/OFF não estão a ser forçadas pelo fluxo, num sentido oposto ao do seu funcionamento;
- Devido à introdução de válvulas de macho esférico, possibilita-se a interrupção do fluxo no *kit*, facilitando as ações de manutenção.

Esta nova solução é desfavorável pelo aspeto económico, tratando-se de uma solução mais cara que a versão *standard*, pois, por um lado, são incorporados mais equipamentos, e, por outro lado, o facto de se aumentar o diâmetro de uma tubagem, implica que os equipamentos lá instalados também apresentem um tamanho superior, podendo ser mais caros.

Kit para o aquecimento externo

A solução obtida para o *kit* para o aquecimento externo apresenta vantagens em relação ao *kit standard*, que se expõem seguidamente:

- Simplificação das ligações entre o *kit* e a rede de tubagens principais, devido à introdução de coletores de tubagens;
- Maior espaçamento entre as tubagens, permitindo mais espaço para manutenção;
- Possibilita-se a interrupção do fluxo no *kit*, através da implementação das válvulas de macho esférico, facilitando as ações de manutenção;
- Simplificação da estrutura do *kit*, através da remoção das linhas de purga, contribuindo também para que haja menos ligações entre o *kit* e a rede de tubagens principais.

A desvantagem desta solução também se relaciona com a questão dos custos devido à implementação de novas válvulas e sondas PT100, tratando-se este *kit* de uma solução mais dispendiosa.

3.6.3.3 Corredor de limpeza

A solução apresentada para o corredor de limpeza é vantajosa uma vez que permite que haja uma boa acessibilidade para a operação de limpeza. Por outro lado, pelo facto de estar ao mesmo nível do tapete superior, faz com que seja permitido o acesso ao mesmo, sendo bastante benéfico, podendo ser muito importante em casos de *bottlenecks*.

Nesta solução foram implementados dois corredores de limpeza, enquanto que, na versão anterior, apenas existe um corredor localizado no centro do canal. A duplicação dos corredores implica maiores custos, no entanto, poderá optar-se por apenas colocar um dos corredores, caso se garanta que os meios disponíveis para limpeza, conseguem aceder a toda a área de limpeza. Para além da questão dos custos, a colocação de novas estruturas ao nível do tapete superior, faz com que haja uma grande quantidade de estruturas naquele local, podendo dificultar a montagem dos sistemas.

3.6.3.4 Mecanismos de segurança

Os mecanismos de segurança idealizados no capítulo anterior, complementam as medidas de segurança instaladas na prensa CK52 *standard*.

3.6.4 Seleção de ideias principais

Tendo em conta as soluções apresentadas no capítulo 3.6.2 e a análise feita em 3.6.3, na tabela 40 apresentam-se as ideias selecionadas.

Tabela 40 - Seleção de ideias principais

Sistema	Melhoria a implementar
Prensas	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar MGTS; • Deslocar os quadros elétricos individuais para o nível subterrâneo; • Deslocar os painéis de controlo para o lado direito da prensa; • Manter a distância entre os tapetes que consta no modelo <i>standard</i> até verificar a viabilidade da ideia.
Kits de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Kit</i> para o aquecimento interno <ul style="list-style-type: none"> ○ Aumentar tubagem do dreno principal para DN40; ○ Implementar válvulas de macho esférico; ○ Implementar válvulas de retenção. • <i>Kit</i> para o aquecimento externo <ul style="list-style-type: none"> ○ Colocar coletores em todas as tubagens, reduzindo o número de ligações à rede de tubagens principais; ○ Remover a linha de purga e colocar de sonda PT100; ○ Aumentar espaçamento entre tubagens; ○ Implementar válvulas de macho esférico.
Corredor de limpeza	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar um corredor de limpeza ao nível do tapete superior.
Mecanismos de segurança	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar <i>scanner</i> na zona 1, barreira de proteção na zona 1, barreira de proteção na zona 2, de acordo com a figura 31; • Implementar barreiras de proteção no nível subterrâneo; • Colocar material isolador no <i>kit</i>.

3.7 Primeira fase de integração

Este capítulo relata o processo de integração dos vários sistemas no *layout*. Importa referir que os projetos da estrutura do canal, a rede de tubagens e os pilares da *Hotte* foram os primeiros sistemas a serem colocados no *layout*, sendo que na fase inicial de

integração não se registaram quaisquer problemas. Para o restante processo de integração relatado neste capítulo e por uma questão de organização, optou-se por repartir este capítulo pelas diversas especialidades.

Os mecanismos de segurança foram integrados neste capítulo. As etapas do seu projeto encontram-se descritas no capítulo 3.8.2.

Importa ainda salientar que o *layout* foi desenvolvido através do *software Autocad*.

3.7.1 Integração das prensas de vulcanização

O processo de integração das prensas de vulcanização é descrito seguidamente.

3.7.1.1 Adapter frame

Os *adapter frames* são estruturas metálicas que são instaladas com o objetivo de permitir o suporte das prensas, sendo que se objetiva que estas tenham a construção mais básica possível, de forma a que se consigam adaptar a vários tipos de prensa. Trata-se de estruturas desenvolvidas pelo fabricante das prensas, que são adaptadas à estrutura de cada canal, sendo assim um compromisso entre as duas partes.

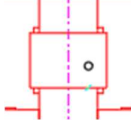
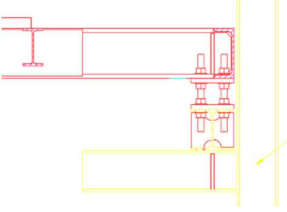
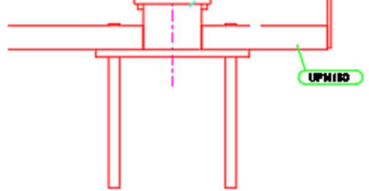
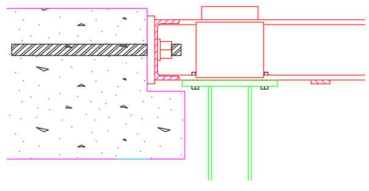
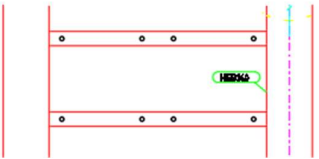
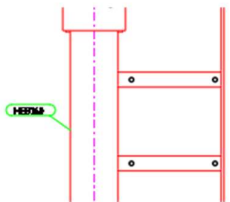
Estas estruturas são aparafusadas ao betão, e ligados às vigas e aos pilares metálicos. São estruturas construídas de forma a suportarem a prensa e, por isso, um dos aspetos mais importantes são os locais de fixação às prensas.

Importa referir que os *adapter frames* que constam no *layout* inicial da estrutura do canal (projeto de engenharia civil), apresentam uma estrutura desatualizada. Desta forma, tornou-se necessário retirar essa parte do *layout* e implementar o *adapter frame* correto. A estrutura mais recente foi alterada por uma segunda empresa, e o desenho da estrutura encontra-se no anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”.

Importa ainda salientar que a *adapter frame* será a mesma, quer para a versão *standard* da prensa, quer para a versão modificada.

Os locais de fixação, tanto da *adapter frame* ao edifício, como da prensa à *adapter frame*, estão caracterizados na tabela 41.

Tabela 41 – *Adapter frame*: locais de fixação

Locais de fixação	Descrição
 <p>Figura 36 - Fixação dos apoios da prensa</p>	<p>O local representado é onde é feito o suporte da prensa e o suporte da própria estrutura. A fixação da prensa (figura 36) é garantida com uma ligação aparafusada, com recurso a parafusos M24. A <i>adapter frame</i> é também aparafusada aos pilares metálicos a construir no nível subterrâneo, representados a verde e a amarelo (figura 37).</p>
 <p>Figura 37 - Ligação aos pilares metálicos</p>	
 <p>Figura 38 - Ligação do <i>adapter frame</i> para o betão</p>	<p>Este local (figura 38 e c 39) representa a fixação da <i>adapter frame</i> ao bloco de betão do edifício. Para a ligação metal-betão são usadas buchas M30 do tipo HILTI HIT-HY 200A com HIT-V (8.8).</p>
 <p>Figura 39 - Ligação aparafusada entre o <i>adapter frame</i> e o betão</p>	
 <p>Figura 40 - Apoios para as colunas centrais das prensas</p>	<p>A prensa é aparafusada neste local (figura 40). A abertura permite o deslocamento das colunas cilíndricas que se localizam no centro da prensa e que se movem no momento de abertura e fecho dos moldes.</p>
 <p>Figura 41 - Apoios para as colunas das extremidades das prensas</p>	<p>A prensa é aparafusada neste local (figura 41). A abertura permite o deslocamento das colunas cilíndricas que se localizam nas extremidades da prensa e que se movem no momento de abertura e fecho dos moldes.</p>

3.7.1.2 Suporte dos pneus

Como referido anteriormente, o *layout* das prensas CK52 *standard* apresenta um suporte de pneus que tem capacidade para suportar um pneu, e a empresa de acolhimento pretende incorporar um MGTS triplo, sendo necessário integrar este mecanismo no *layout* da máquina. No processo de integração do MGTS triplo (figura 42), verificou-se um constrangimento: o MGTS fica sobreposto às barreiras de proteção laterais da prensa. Assim, foi necessário fazer uma intervenção às barreiras. Esta parte do projeto apresenta-se no capítulo 3.8.2.

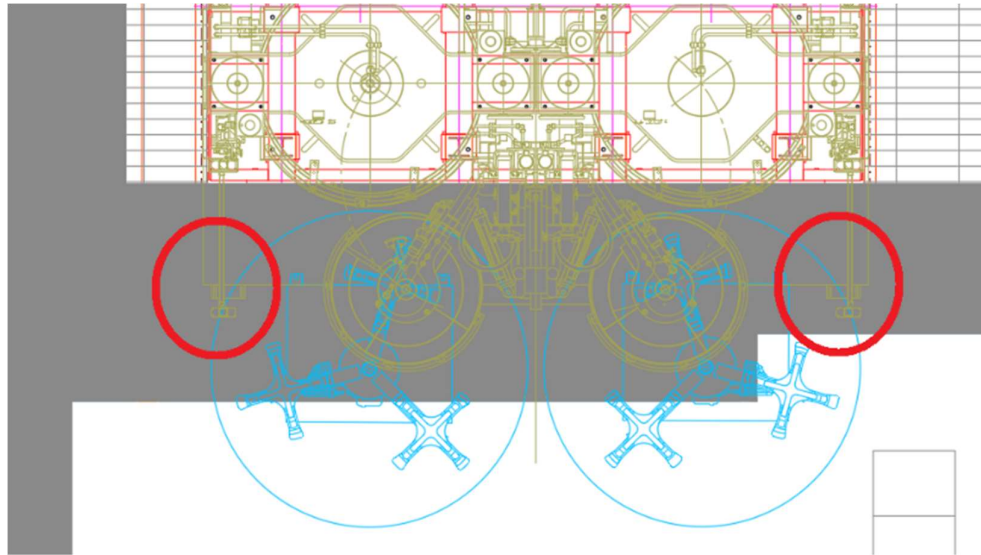


Figura 42 - Constrangimento na integração do MGTS

3.7.1.3 Quadros elétricos

Quadro elétrico individual

As etapas para a integração dos quadros elétricos estão descritas na tabela 42.

Tabela 42 – Quadros elétricos da prensa modificada: etapas da sua integração

Etapa	Descrição
	<p>Otimização inicial</p> <p>Mover os quadros elétricos para o nível subterrâneo, alinhando cada um dos quadros com a respetiva cavidade.</p> <p>Este passo implicou:</p>
1	<ul style="list-style-type: none"> • Desenho 2D do quadro elétrico, de acordo com as dimensões dos quadros implementados nos projetos anteriores; • Integração dos quadros no <i>layout</i>. <p>De notar que, ao remover o quadro elétrico do nível 0, torna-se necessária a colocação de uma barreira de segurança que permita a vedação da prensa.</p>
Etapa	Descrição

Problema 1

Nas primeiras prensas do canal, ao alinhar o quadro elétrico com a respetiva cavidade, acontece que dois dos quadros elétricos ficam sobrepostos com a parede de betão, como se pode verificar pela figura 43, que mostra a planta do canal 6B.

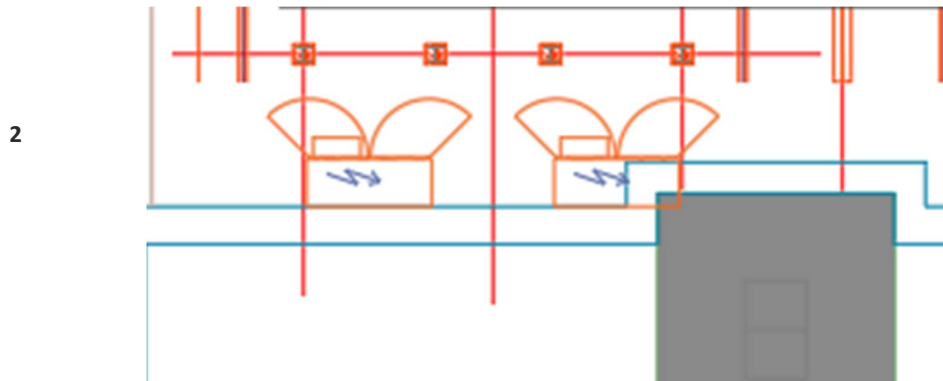


Figura 43 - Quadros elétricos da prensa modificada: 1º problema de integração

Solução 1

- 3 Aproximar os quadros elétricos, mantendo uma distância quadro-cavidade equivalente para as duas cavidades.

Problema 2

Ao deslocar os dois quadros simetricamente, a uma distância de 422 mm (o suficiente para que nenhum dos quadros ficasse sobreposto ao muro de betão), origina-se o seguinte constrangimento (figura 44):

- As portas do quadro não podem ser abertas simultaneamente, e até mesmo quando são abertas individualmente, não se consegue abrir o armário na sua totalidade;
- Numa das prensas, não é possível abrir a porta do quadro a 90°, devido à unidade de arrefecimento que fica acoplada na porta direita.

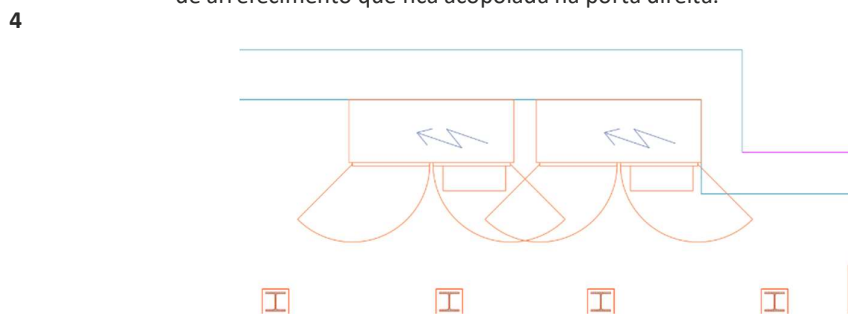


Figura 44 - Quadros elétricos da prensa modificada: 2º problema de integração

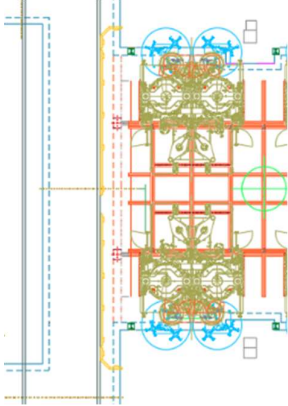
Solução 2

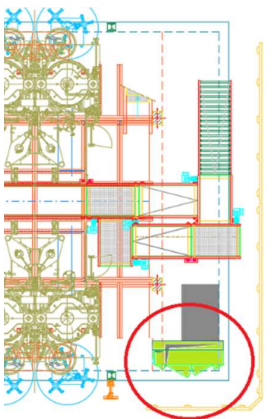
- 5 Na impossibilidade de realizar um quadro único, manteve-se a disposição definida na etapa 3. Para contornar o problema 2, trocou-se a unidade de arrefecimento para a porta esquerda. Assim, é possível abrir todas as portas de todos os quadros a, pelo menos, 90°.

Quadro alimentação geral

Como já referido, as prensas encontram-se ligadas a um quadro geral, que nos projetos anteriores fica localizado no início do canal. No âmbito da integração das prensas, tornou-se necessário avaliar a melhor posição para o quadro elétrico. Esta análise é apresentada na tabela 43.

Tabela 43 - Quadro de alimentação geral: etapas da sua integração

Etapa	Descrição
1	 <p>A primeira tentativa seria colocar o quadro de alimentação geral numa posição homóloga aos canais anteriores (figura 45). Verificou-se que não existe espaço para a colocação do quadro, devido ao facto de as prensas do canal 6B apresentarem uma disposição diferente, isto é, estão mais próximas dos corredores principais.</p>
<p>Figura 45 - Integração do QE geral</p>	

2	 <p>Descartou-se a hipótese de colocar o quadro geral no meio do canal, pois isso implicaria a colocação do quadro entre duas prensas, ou então, a colocação do quadro fora do limite do canal. Optou-se por posicionar o quadro geral no fim do canal (figura 46), pois trata-se do local com mais espaço para o mesmo.</p>
<p>Figura 46 - Integração do QE geral, posição final</p>	

3.7.1.4 Painel de Controlo

A integração dos painéis de controlo no *layout* envolveu uma análise individual a cada prensa, uma vez a área envolvente difere de prensa para prensa. Esta análise encontra-se detalhada na tabela 44.

Tabela 44 - Integração dos painéis de controlo

Etapa	Descrição
1	<p data-bbox="383 300 607 323">Preparação do layout</p> <ul data-bbox="428 338 1330 527" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="428 338 1094 361">• Colocaram-se no <i>layout</i> as prensas do tipo CK52 modificadas; <li data-bbox="428 378 1330 443">• Mantiveram no <i>layout</i> os elementos que terão maior influência na integração dos painéis; <li data-bbox="428 459 1330 527">• Sinalizou-se a cinzento, a zona constituída por betão maciço, que não deve ser perfurada.

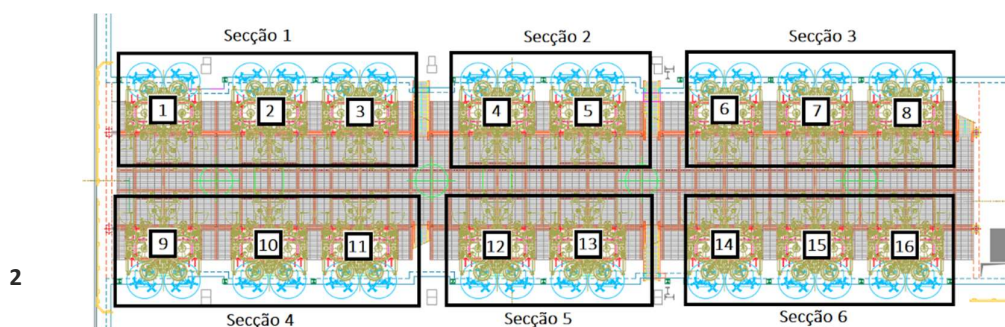


Figura 47 - Divisão das prensas

Organização do layout

- Dividiu-se o *layout* em 6 secções como mostra a figura 47 e enumeraram-se as prensas para facilitar a análise.

Análise do painel de controlo a incorporar

O painel de controlo que irá ser incorporado (figura 48), terá atravancamento semelhante aos painéis instalados nos canais anteriores;

O painel terá um atravancamento de, aproximadamente, 426 X 595 mm².

3

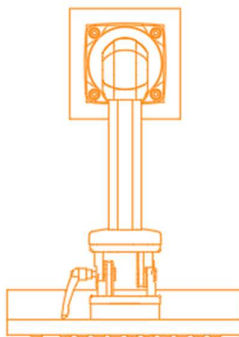


Figura 48 - Painel de controlo

Etapa	Descrição
-------	-----------

Análise à secção 1 (figura 49)

De acordo com o representado, verifica-se que é possível implementar o painel de controlo do lado direito de cada prensa, no alinhamento dos pilares da *Hotte*, representados a cor verde.

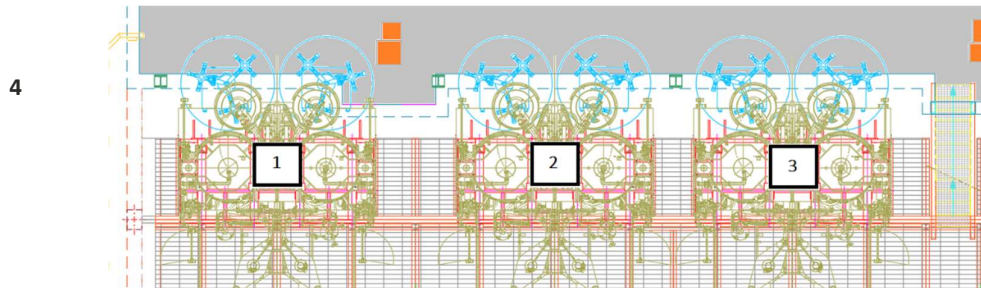


Figura 49 - Integração do painel de controlo: secção 1

Análise à secção 2 (figura 52)

Verifica-se que é possível colocar os painéis de controlo no lado direito de prensa, alinhados com os pilares da *Hotte*.

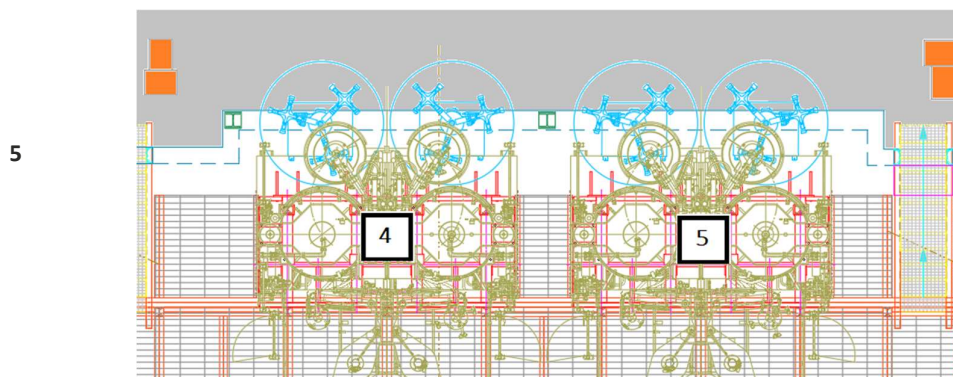


Figura 50 - Integração do painel de controlo: secção 2

Análise à secção 3 (figura 51)

Verifica-se que é possível colocar os painéis de controlo no lado direito de prensa, alinhados com os pilares da *Hotte*.

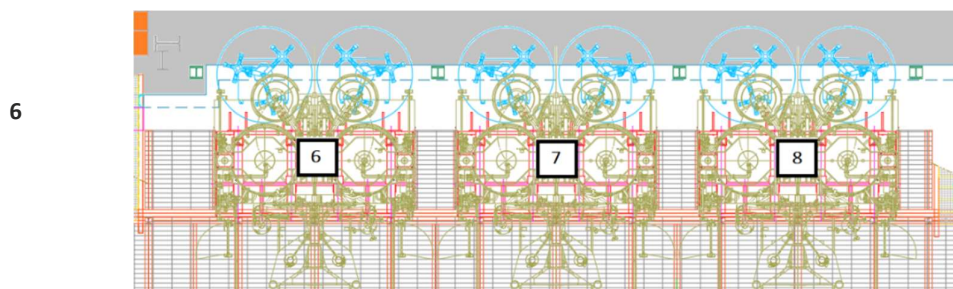


Figura 51 - Integração do painel de controlo: secção 3

Etapa	Descrição
7	<p>Análise do atravancamento na secção 4 (figura 52)</p> <p><u>Prensa 9:</u> Verifica-se que com a colocação de um MGTS triplo, não existe espaço para a colocação do painel do lado direito da prensa. Por um lado, ao colocar o painel à frente da prensa e à frente do pilar do edifício (representado pelo bloco cor-de-laranja), leva a que os cabos elétricos tenham de ficar expostos na superfície, ou então, leva a que se tenha de perfurar o maciço de betão. Ao colocar o painel do lado direito da prensa, atrás do pilar do edifício, para além de ser um local com fraca acessibilidade, obstrui a passagem para a parte de trás das prensas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Painel de controlo posiciona-se do lado esquerdo da prensa, alinhado com o pilar da <i>Hotte</i>. <p><u>Prensa 10:</u> Verifica-se que é possível colocar os painéis de controlo no lado direito de prensa, alinhados com os pilares da <i>Hotte</i>.</p> <p><u>Prensa 11:</u> Confirma-se que existe espaço para posicionar o painel do lado direito da prensa 11.</p>

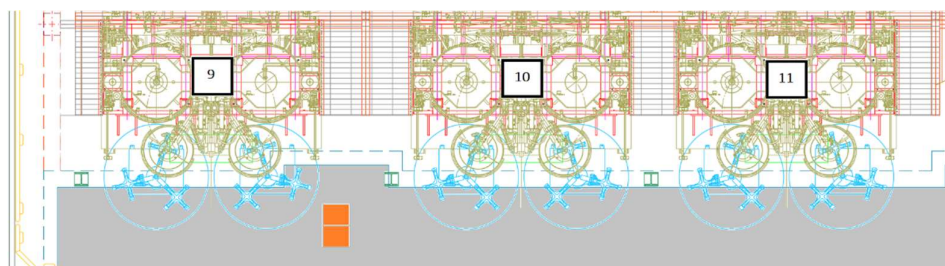


Figura 52 - Integração do painel de controlo: secção 4

8	<p>Análise à secção 5 (figura 53)</p> <p><u>Prensa 12:</u> Verifica-se que é possível colocar os painéis de controlo no lado direito de prensa, alinhados com os pilares da <i>Hotte</i>.</p> <p><u>Prensa 13:</u> Confirma-se que existe espaço para posicionar o painel do lado direito da prensa 13.</p>
---	--

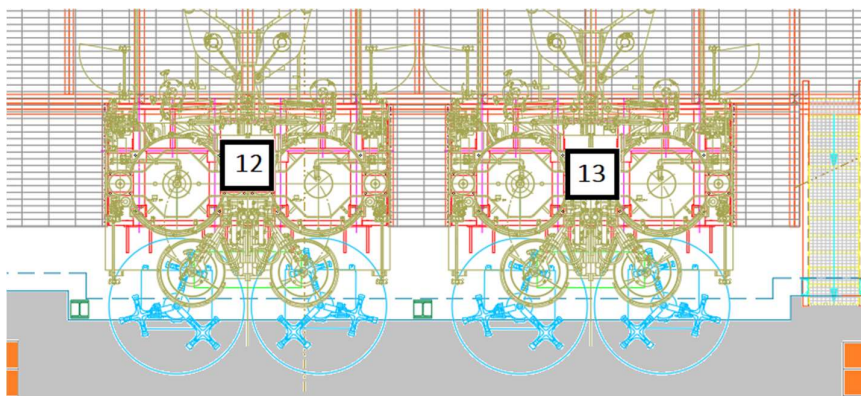


Figura 53 - Integração do painel de controlo: secção 5

Etapa	Descrição
9	<p>Análise à secção 6 (figura 54)</p> <p>Verifica-se que é possível colocar os painéis de controlo no lado direito das prensas, alinhados com os pilares da <i>Hotte</i>.</p>

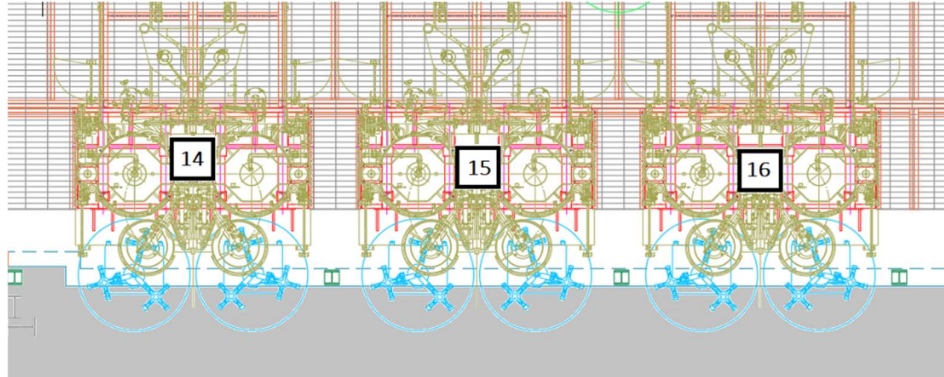


Figura 54 - Integração do painel de controlo: secção 6

3.7.1.5 Tapetes de descarga

Os tapetes de descarga da prensa são elementos já incluídos no desenho das prensas CK52 *standard*, no entanto, detetou-se um problema que afeta tanto a versão *standard*, como a nova versão. Este problema diz respeito ao comprimento dos tapetes. A tabela 45 esquematiza a resolução do problema.

Tabela 45 – Tapetes de descarga: resolução do problema do comprimento

Etapa	Descrição
1	<p>Problema inicial</p> <p>O tapete de descarga fica sobreposto ao tapete principal (ver figura 55), excedendo 32 mm em relação à calha metálica do tapete principal, impossibilitando a sua montagem.</p>

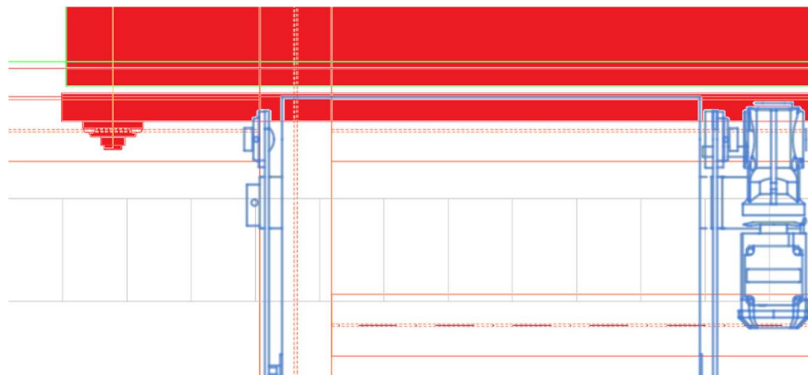


Figura 55 - Problema na integração das prensas: tapete de descarga

Etapa	Descrição
<p>Solução inicial</p> <p>Necessário reduzir o comprimento do tapete. Para alterar o comprimento do tapete, teve-se de ter em linha de conta as seguintes considerações:</p> <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deverá existir um espaçamento de 50 mm entre os dois tapetes, sendo esta a distância recomendada pelo fabricante das prensas; • Deverá garantir-se que os apoios do tapete de descarga ficam situados numa das vigas metálicas. 	

Aplicação

Fez-se uma redução de 82 mm ao comprimento do tapete de descarga. Verifica-se que os limites externos dos tapetes de descarga de ambas as cavidades ficam sobrepostos a vigas metálicas, não existindo nenhum inconveniente na sua fixação (ver figura 56).

3

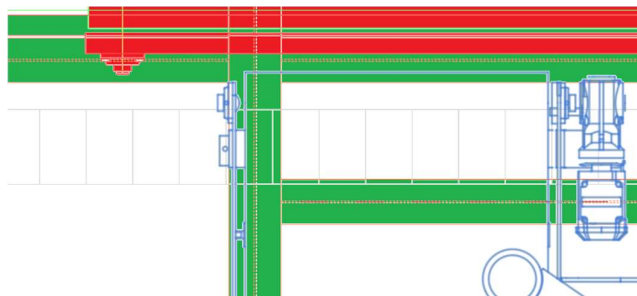


Figura 56 - Integração das prensas: tapete de descarga

3.7.1.6 Unidades hidráulicas

Das unidades hidráulicas fazem parte a unidade hidráulica de potência (HPU) e a unidade de arrefecimento de óleo, sendo que estes dois elementos são ligados através de mangueiras (nos pontos indicados a vermelho na figura 57).

Ao posicionar a HPU, terá que se ter em consideração o facto do equipamento apresentar uma janela de visita que deverá estar num local acessível, sinalizada a verde na figura 57. Entre a HPU e a unidade de arrefecimento de óleo, é sugerida a distância de 200 mm entre os dois equipamentos.

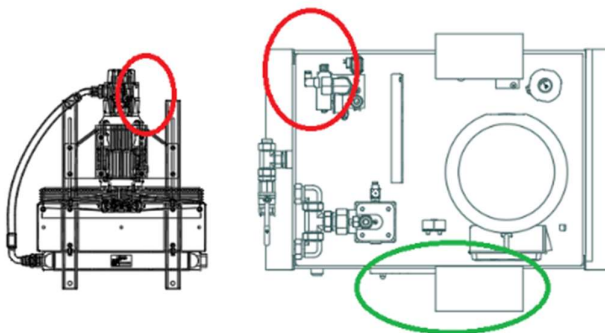


Figura 57 - Ligação HPU à Unidade de arrefecimento do óleo

Posicionaram-se os dois equipamentos no *layout*, de acordo com as distâncias apresentadas na versão *standard* (anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”), e verificaram-se dois problemas na maioria das prensas, sendo estes os seguintes:

- A janela de visita da HPU fica num local inacessível;
- As HPU ficam sobrepostas a pilares.

Deste modo, tornou-se necessário reajustar o posicionamento das HPU, sendo que se manteve a distância entre os dois elementos. Assim, reposicionou-se a HPU para uma cota de (x=1830; y=180) mm em relação ao centro da prensa, eliminando os problemas anteriormente encontrados.

3.7.2 Integração da Rede de Tapetes Transportadores

O projeto dos tapetes transportadores implica a integração do *layout* dos tapetes projetados para o canal 7B. A integração do tapete principal e do segundo tapete, implica a adaptação do projeto anterior ao novo atravancamento do canal 6B, sendo que a largura dos tapetes é mantida, no entanto, o comprimento, a disposição dos motores, entre outros detalhes, poderão ter de ser reajustados.

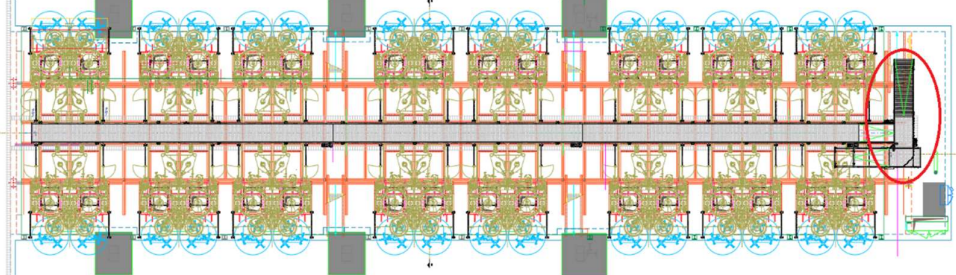
3.7.2.1 Tapete principal

O tapete principal faz a recolha dos pneus provenientes de todas as prensas do canal, portanto, deverá respeitar os seguintes pontos:

- O seu comprimento deverá abranger todas as prensas, de forma a conseguir recolher os pneus provenientes de todas as prensas do canal;
- Nas extremidades, o tapete deverá estar alinhado com as portas de segurança;
- Todos os elementos dos tapetes deverão estar dentro da barreira de segurança no solo, de forma a não invadir o espaço destinado para os corredores de circulação.

O tapete inferior, ou principal, é constituído por três tapetes principais que percorrem as prensas, e um conjunto de cinco tapetes que fazem parte do sistema SOS e são responsáveis pela mudança de sentido dos pneus. O processo de integração e adaptação do *layout* do tapete principal encontra-se descrito na tabela 46.

Tabela 46 - Tapete principal: etapas da sua integração

Etapa	Descrição
1	<p>Colocou-se no <i>layout</i> o tapete principal do projeto do canal 7B, segundo as seguintes diretivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O tapete principal fica alinhado no centro do canal; • A extremidade do tapete fica alinhada com a porta de segurança da primeira prensa.
Deteção de constrangimentos:	
<p>Ao analisar a integração inicial do tapete principal, verificaram-se três problemas, salientados na figura 58:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • O tapete integrante do sistema SOS, fica localizado sobre as escadas de acesso ao canal; • Os tapetes localizados no fim do canal, responsáveis pela mudança de sentido dos pneus, encontram-se sobre a vedação de uma das prensas, o que é uma situação indesejável. 	
2	
Figura 58 – Tapete inferior: problemas na sua integração	
Ajuste do comprimento	
3	<p>Para contornar os problemas apresentados na etapa 2, resolveu-se aumentar 2500 mm ao terceiro tapete. Desta forma, os tapetes localizados no final do canal não causam nenhum constrangimento.</p>

3.7.2.2 Tapete Superior

O tapete superior, ligado ao tapete principal, percorre o canal num nível superior ao tapete principal. O tapete, que circula no sentido do fim para o início do canal, é depois ligado à rede de tapetes do canal 200, já existente. Esta secção é constituída por três tapetes principais, e dois tapetes que fazem a mudança de direção do pneu. A tabela 47 apresenta as etapas da integração deste tapete.

Tabela 47 - Tapete superior: etapas da sua integração

Etapa	Descrição
1	<p>Integrou-se no <i>layout</i> o tapete superior do projeto do canal 7B, em conformidade com a montagem apresentada no canal 7B, pelo alinhamento dos tapetes que fazem a mudança de sentido dos pneus.</p>
2	<p>Deteção de constrangimentos</p> <p>Ao analisar a integração inicial do tapete superior, verificaram-se dois problemas, salientados na figura 59:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O tapete não fica no alinhamento dos tapetes do canal 200; • O motor assinalado encontra-se num local de difícil acesso. <p>De notar que o tapete alinhado na vertical, do lado esquerdo do <i>layout</i>, está no <i>layout</i> dos tapetes, para ajudar no alinhamento dos tapetes do canal 200.</p>
4	<p>Ajuste do comprimento</p> <p>Para contornar os problemas apresentados na etapa 2, resolveu-se reduzir 1000 mm ao segundo tapete e aumentar 1855 mm no primeiro tapete. Desta forma, os motores ficaram em locais acessíveis para efeitos de manutenção, e os tapetes ficam alinhados com a rede de CTTS do canal 200.</p> <p>Quadro elétrico geral</p> <p>O quadro geral do canal 200 fica posicionado a um nível superior, na proximidade da rede dos tapetes transportadores, sendo necessário verificar se existe algum constrangimento. Como se pode verificar na figura 60, o posicionamento da rede de tapetes transportadores não afeta o quadro geral, não sendo necessário fazer qualquer intervenção.</p>

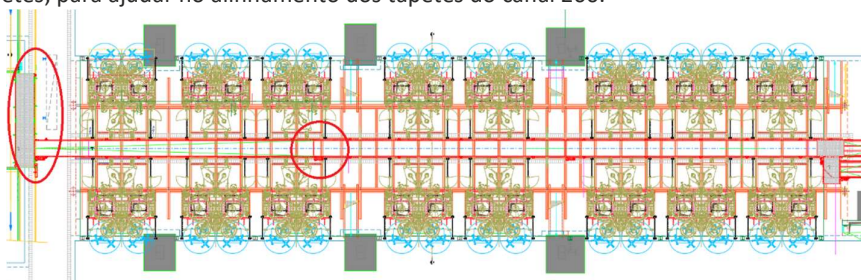


Figura 59 - Tapete superior: problemas na sua integração

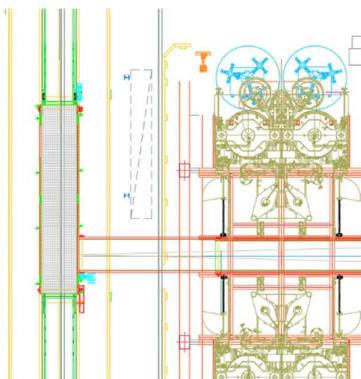


Figura 60 - Quadro elétrico geral

3.7.2.3 Quadro elétrico

O quadro elétrico da rede de tapetes transportadores do canal, em projetos anteriores, fica localizado no início do canal. No entanto, homologamente ao que ocorreu no posicionamento do quadro alimentador das prensas, não existe espaço para o posicionamento do quadro nesse local. Assim, posicionou-se o quadro elétrico dos tapetes no final do canal, no espaço compreendido entre as prensas e a barreira limite de segurança, como mostra a figura 61.

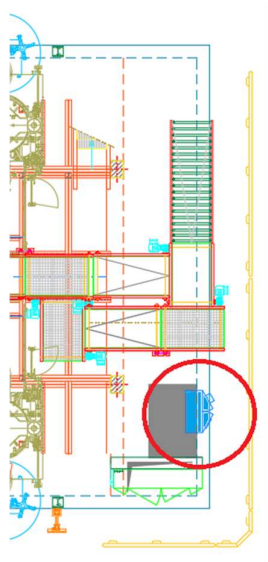


Figura 61 - Posicionamento do quadro elétrico dos tapetes

3.7.3 Integração da *Hotte* e sistema de ventilação

3.7.3.1 *Hotte*

O pilares representados a verde no *layout* garantem o suporte da estrutura da *Hotte*. O posicionamento dos pilares da *Hotte* já se encontrava definido pela empresa de acolhimento, como mostra o *layout* de implantação do canal disponível no anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”. Todavia, os pilares foram definidos com base nos projetos anteriores, não considerando que o canal 6B fica inserido em vários edifícios, com diferentes alturas.

O facto de apresentar uma altura significativamente mais baixa (redução de seis metros), significa que a *Hotte* possa ser apoiada de forma diferente, salientando-se a hipótese de remoção de alguns dos pilares, fazendo o seu suporte na estrutura metálica do próprio edifício.

Tendo em conta que o projeto da *Hotte* não se insere na programação da presente dissertação, para a obtenção do *layout*, apenas se sinalizou a zona correspondente à parte baixa do canal, onde existe a possibilidade de se remover pilares. As intervenções feitas na *Hotte* encontram-se descritas na tabela 48.

Tabela 48 - *Hotte*: etapas da sua integração

Etapa	Descrição
1	<p>Divisão do <i>layout</i> de acordo com a diferença de altura</p> <p>Para o efeito, teve de se verificar no local a altura do edifício e em que região se regista a diferença de altura. Foi possível verificar que a altura do edifício baixa a partir do primeiro pilar do edifício.</p> <p>De seguida, marcou-se no <i>layout</i> a região em questão, como se mostra na figura 62.</p>
<p>Figura 62 - Integração da <i>Hotte</i>: marcação da parte baixa do edifício</p>	
2	<p>Os pilares da <i>Hotte</i> dentro da área marcada a cinzento poderão ser removidos, caso se decida que a <i>Hotte</i> ficará apoiada na estrutura do edifício. Os pilares em causa passam a estar assinalados a cinzento no <i>layout</i>.</p>
<p>Definição da área da <i>Hotte</i></p> <p>A <i>Hotte</i> deve abranger toda a área ocupada pelas prensas. Tendo em conta este fator, e de forma homóloga aos canais anteriores, delimitou-se a <i>Hotte</i>, conforme apresentado na figura 63.</p>	
3	
<p>Figura 63 - Integração da <i>Hotte</i>: marcação da área da <i>Hotte</i></p>	

3.7.3.2 Sistema de Ventilação

Os canais de vulcanização possuem quatro ventiladores que se distribuem uniformemente ao longo do canal, geralmente posicionados sobre a rede de tapetes transportes, já que esta se encontra no centro do canal. Assim, homologamente ao que se verifica em projetos anteriores, distribuíram-se os quatro ventiladores pelo canal, procurando manter distâncias uniformes entre os mesmos, garantindo que todas as prensas possuíam um ventilador na proximidade. A figura 64 apresenta a

distribuição dos ventiladores pelo canal, sendo que estes estão sinalizados em círculos azuis.

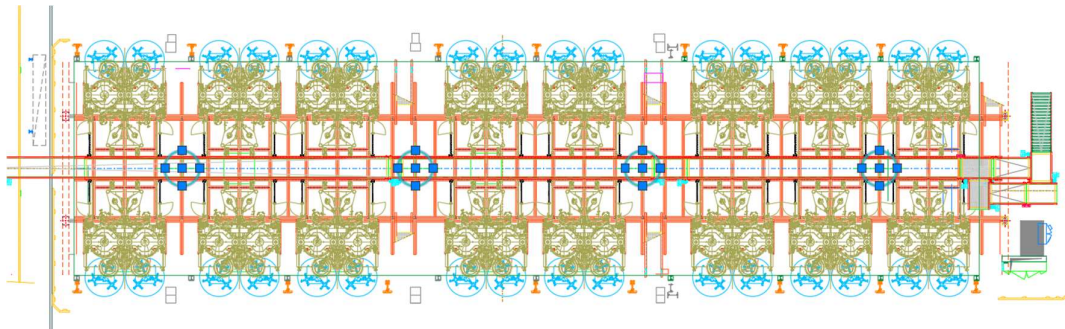


Figura 64 - Integração da *Hotte*: posicionamento dos ventiladores

3.8 Projeto dos sistemas

Este capítulo apresenta as etapas levadas a cabo nos sistemas que necessitaram de ser projetados, nomeadamente, os *kits* de vapor e os mecanismos de segurança.

3.8.1 Kits de vapor

O projeto dos *kits* de vapor incide sobre os seguintes tópicos:

- Tipos de equipamentos a ser instalados e considerações na sua montagem;
- Tipos de tubagens e acessórios;
- Métodos de ligação;
- Mecanismos de segurança associados;
- Avaliação do espaço disponível.

Tendo em conta que a pressão máxima de trabalho deste *kit* de vapor é 22 bar, por questões de segurança, dimensionaram-se todos os equipamentos, tubagens e acessórios para suportarem uma Pressão Nominal 40.

Importa salientar que os *kits* de vapor foram modelados através do *software* de CAD Inventor.

Equipamentos a instalar

A tabela 49 apresenta algumas das considerações a ter na montagem das válvulas/equipamentos. As fichas técnicas dos equipamentos apresentados encontram-se no anexo A – “Fichas técnicas”, à exceção dos discos calibrados e do reservatório de condensados, cujos desenhos se encontram no anexo B – “Desenhos técnicos”.

Tabela 49 - Aspetos a considerar na montagem dos equipamentos

Equipamento	Exemplo	Descrição
Válvulas de esfera		As válvulas de macho esférico manuais serão soldadas ao <i>kit</i> de vapor e às tubagens que percorrem o canal. Na sua incorporação, terá de se ter em atenção o facto de possuírem um passador de abertura manual, e por isso, este terá de ficar num local acessível.
Válvulas ON/OFF		Modelo 7032 da Schubert&Salzer. As válvulas são ligadas às tubagens através de flanges, e serão implementadas juntas espirometálicas entre as flanges. Terá de se ter em atenção o sentido do fluxo indicado na válvula, no momento da montagem.
Válvulas proporcionais		Modelo 3241-7 da SAMSON. A válvula apresenta flanges já soldadas. Entre as flanges e a válvula serão implementadas juntas espirometálicas. Terá de se ter em atenção o sentido do fluxo indicado na válvula, no momento da montagem.
Válvulas de retenção		Modelo RK86 da GESTRA. Apresentam-se no formato de disco, tendo de ser montadas entre duas flanges, com a implementação de juntas de vedação.
Discos calibrados		Os discos calibrados são elementos colocados entre flanges, tendo de ser implementadas juntas de vedação. Apresentam sulcos para permitir o encaixe das juntas de vedação.
Sonda PT100		As PT100 são elementos que são ligados à tubagem por uma ligação roscada. A montagem da sonda pode ser feita verticalmente à tubagem, ou pode ser colocada numa posição inclinada. A extremidade da sonda deverá coincidir com o centro da tubagem.

Equipamento	Exemplo	Descrição
Reservatório de condensados		Os reservatórios são soldados às tubagens. Já incorporado no reservatório tem uma picagem de ½" para a ligação à sonda.
Purgador		Modelo 881 da ARMSTRONG O purgador é roscado às tubagens.

Tubagens e respetivos acessórios

No âmbito dos *kits* de vapor, o material escolhido para as tubagens é o aço carbono, que segue a norma ASTM A-106. Esta última especifica os tubos sem costura em aço ao carbono calorado, adequado para o uso sob temperaturas elevadas. A norma DIN 2448 [69] particulariza as dimensões das tubagens.

O *kit* em questão necessitará de tubagens com os seguintes diâmetros: DN15, DN25, DN32 e DN40.

As tubagens deste tipo de *kits* necessitam de acessórios complementares, quer para controlar o seu trajeto, quer para fazer a ligação às válvulas e aos restantes equipamentos. No que diz respeito ao controlo do trajeto da tubagem, existem acessórios, como por exemplo, curvas (figura 65), cones de redução (figura 66) e tês (figura 67), que permitem a ligação entre diferentes troços de tubagens.



Figura 65 - Curva a 90° [70]



Figura 66 - Cones de redução [70]



Figura 67 - Tê [70]

Na tabela 50 estão mencionados os acessórios usados nas tubagens dos *kits* de vapor.

Tabela 50 - Acessórios usados nas tubagens dos kits de vapor do canal 6B

Nome	Função
Cones de redução	Mudanças longitudinais de diâmetro das tubagens.
Curvas	Mudança de direção de uma tubagem.
Tês	Ligação de uma tubagem a outros dois troços.

Métodos de ligação

Da listagem dos acessórios necessários para o *kit*, também fazem parte aqueles que permitem a ligação entre as válvulas/equipamentos e as tubagens. A ligação pode ser feita, essencialmente, de três formas, nomeadamente, através da soldadura, através de flanges ou por ligações roscadas. Enquanto que as ligações soldadas são ligações permanentes, as ligações por flange ou roscadas não são permanentes. Com estas últimas, é possível a remoção da válvula/ equipamento/acessório para efeitos de manutenção, no entanto, aumenta o risco de fugas. De notar que as flanges são soldados às tubagens, e que as ligações roscadas podem exigir a implementação de um acessório roscado que pode também ser soldado à tubagem. A escolha do método de ligação exige ponderação sobre, essencialmente, dois pontos:

- Necessidade de remoção da válvula/equipamento/acessório para efeitos de manutenção;
- Como é que o equipamento permite que seja feita a ligação.

Na tabela 51 apresenta-se uma análise aos tipos de ligações que podem ser feitas nos equipamentos do *kit* de vapor, e a apresentação da decisão tomada.

Tabela 51 - Tabela de decisão sobre o tipo de ligação aos acessórios do *kit* de vapor para aquecimento interno

Elemento a ligar à tubagem	Necessidade de manutenção frequente	Tipo de ligação que pode ser efetuada	Decisão
Válvulas ON/OFF	Sim	Depende do fabricante da válvula e do tipo de válvula	Flange
Válvulas proporcionais	Sim	Depende do fabricante da válvula e do tipo de válvula	Flange
Válvulas de retenção	Não	Flangeadas	Flanges
Válvula de esfera	Não	Todos	Soldado
Orifício calibrado	Não	Flange	Flange
Purgador	Sim	Roscado, soldado ou flangeado	Roscado
Reservatório de condensados	Não	Soldadura (poderá ser projetado para poderem ser realizadas outro tipo de ligação)	Soldado

Elemento a ligar à tubagem	Necessidade de manutenção frequente	Tipo de ligação que pode ser efetuada	Decisão
PT100	Sim	Rosca ½" BSP (<i>British Standard Pipe</i>)	Roscada
Acessórios das tubagens: curvas, têes e cones de redução	Não	Todos	Soldado
Mangueiras	Sim	Roscada	Roscada

- **Ligações com flanges**

A implementação de uma ligação flangeada implica, essencialmente, a análise de dois fatores, o tipo de flange a ser usado (geometria) e a pressão do fluido que passa pelo flange. A tabela 52 apresenta os principais tipos de flanges, relativamente à sua geometria.

Tabela 52 - Tipos de flanges

Nome do flange	Figura [71]	Descrição [72]
Cego		Obstrui a passagem de fluido EN1092-1 [73] tipo 5
Gola (<i>Welding-neck</i>)		Construída de forma a reduzir a concentração de tensões na base da flange, tratando-se de uma flange adequada para aplicações que envolvem altas pressões, temperaturas e condições de vácuo. EN1092-1 tipo 11
<i>Slip-on</i>		Neste tipo de flanges, a tubagem entra dentro da flange e é soldada em ambos os lados da flange. EN1092-1 tipo 1 e 12
Roscado		Neste tipo de flanges, a tubagem entra dentro da flange e em vez de ser soldada, é roscada na flange. Não são adequadas para condições de temperaturas elevadas e onde existem condições de funcionamento cíclico, que causem movimentos de contração e expansão. EN1092-1 tipo 13

A tabela 53 apresenta os tipos de flanges escolhidos para o projeto e o motivo da escolha.

Tabela 53 - Escolha do tipo de flanges

Tipo de flange	Troço	Motivo
<i>Flange de gola</i> (<i>"welding-neck"</i>)	DN25	Trata-se do tipo de flange mais usado em toda a fábrica.
	DN32	Permite uma flexibilidade da sua montagem/soldadura, que as outras flanges não permitem, facilitando assim a montagem.
	DN40	As flanges de gola são adequadas para condições de serviço extremas que envolvem pressões e temperaturas altas, ou condições de vácuo, o que vai ao encontro das condições de serviço do <i>kit</i> .
<i>Slip-on</i>	DN15	Os <i>kits</i> já em funcionamento na fábrica apresentam flanges do tipo <i>"welding-neck"</i> . Numa análise ao seu funcionamento, verificou-se que a grande maioria das fugas (na linha de azoto) se localizam sob o cordão de soldadura entre a gola da flange e a tubagem. Isto acontece porque a flange e a tubagem são soldados topo-a-topo, num local que apresenta uma espessura muito reduzida (espessura que depende do DN da flange). Este facto tem originado soldaduras de baixa qualidade nas tubagens DN15, sendo que se optou por utilizar flanges do tipo <i>"slip-on"</i> .

As ligações flangeadas exigem o uso de juntas para garantir a vedação do fluido. As juntas são feitas de um material mais macio que as flanges, no sentido de eliminar qualquer possibilidade de fuga do fluido. Quando as flanges são apertadas, as juntas conformam-se contra qualquer imperfeição existente na face dos flanges, de forma a garantir uma vedação uniforme [72].

A empresa de acolhimento usa juntas de vedação, como as ilustradas na figura 68. Trata-se de juntas espirometálicas, da marca DONIT, com espessura de 4,5 mm (norma DIN EN 1514-2[74]).



Figura 68 - Juntas de vedação espirometálicas (Continental Mabor)

- **Ligações roscadas**


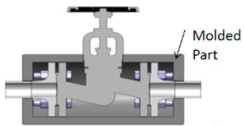
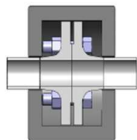
Como já referido, a ligação entre o *kit* e a prensa é feita através de mangueiras. Estas mangueiras apresentam extremidades roscadas, pelo que será necessário acoplar no final do *kit*, casquilhos roscados, sendo os de vedação cónica os mais adequados. Os casquilhos terão de ser soldados às tubagens.

As sondas PT100 permitem uma ligação roscada ao *kit*, através de uma rosca BSP 1/2". Desta forma, para possibilitar a ligação, é necessária a instalação de um acessório roscado na tubagem. Para o efeito, irá ser soldado um casquilho macho nos locais onde se pretende ligar a PT100.

Isolamento do *kit*

No sentido de isolar as tubagens, de forma a evitar queimaduras e controlar as fugas de fluidos, são implementados revestimentos nas tubagens. O revestimento a ser aplicado é o Conti®thermo-Protect que se trata de um composto de borracha à base de silicone, bastante flexível e maleável. A tabela 54 realça as principais características dos revestimentos a serem aplicados no projeto.

Tabela 54 - Principais características dos revestimentos Conti®thermo-Protect (Continental Mabor)

Modelo	Espessura (em mm)	Características
CTP-Hoses 	10	Material de borracha vulcanizada, adequado para o isolamento de tubagens. Aguentam temperaturas de serviço de 250°C. Comprimento <i>standard</i> : 2000 mm.
CTP Molded parts: Valve with flanges 	16	Material de borracha vulcanizado, adequado para o isolamento de válvulas com flanges. Comprimento do isolamento depende do tamanho da válvula.
CTP-Molded Parts: Flange to Flange Connections 	16	Material de borracha vulcanizado, adequado para o isolamento de ligações entre duas flanges. Comprimento do isolamento depende do tamanho da flange.

3.8.1.1 Kit de vapor para o aquecimento interno

Depois de definidos os equipamentos, tubagens e acessórios, teve de se analisar o espaço disponível para o *kit* de forma a modelar no *software Inventor* a primeira solução. Assim, para a avaliação do espaço disponível, analisou-se o *layout* da estrutura do canal, visto que nele constam os pilares metálicos que podem interferir com o *kit*.

A determinação do espaço disponível para o *kit* implicou, numa primeira fase, uma análise ao *kit* pré-definido pelo fabricante para as prensas *standard* (anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”). Esta análise encontra-se descrita na tabela 55.

Tabela 55 - Avaliação do atravancamento do *kit standard* – aquecimento interno

Etapa	Descrição
Avaliação da sugestão dada para as CK52 <i>standard</i> em Rayong	
1	<p>Pela análise do desenho fornecido concluiu-se que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O <i>kit</i> posiciona-se a 1000 mm abaixo do nível 0; • As tubagens distam 150 mm; • As mangueiras ficam centradas com o centro de cada cavidade; • A distância entre o centro da prensa e o início do <i>kit</i> é 800 mm; • A distância entre o centro da prensa e o fim do <i>kit</i> é 2065 mm.

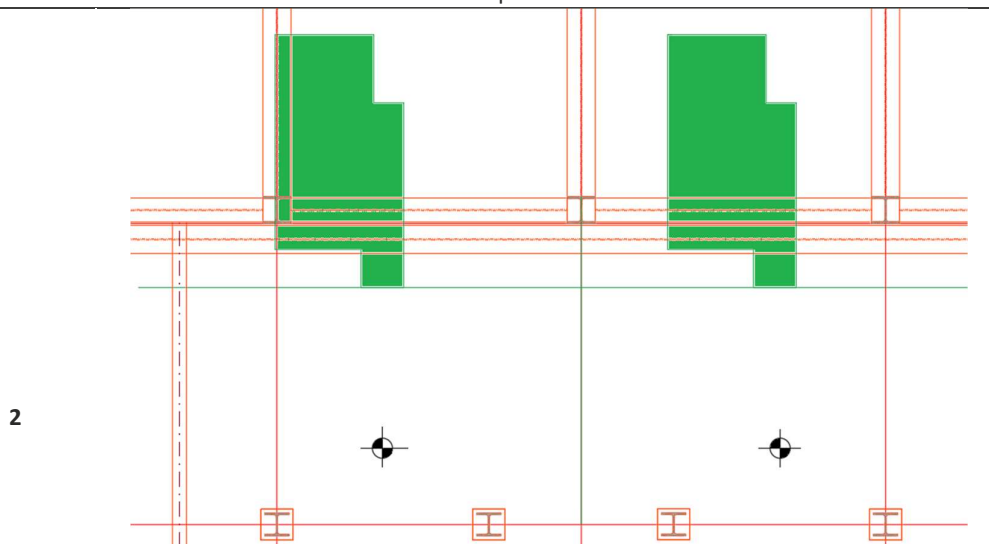


Figura 69 - Área ocupada pelo *kit* interno *standard*, sinalizada a verde

Simulação do *kit* sugerido no *layout*

Assinalou-se o espaço ocupado pelo *kit* através de uma área verde (figura 69). Com isto foi possível concluir que o atravancamento do *kit* terá de ser alterado, uma vez que há interferência entre o *kit* e os pilares estruturais.

Etapa	Descrição
3	<p data-bbox="451 243 808 268">Definição dos pré-requisitos do kit</p> <p data-bbox="451 323 1328 428">Aliou-se a informação extraída do desenho do <i>kit standard</i> com os requisitos definidos pela empresa de acolhimento, e assim conseguiram-se aferir os seguintes pressupostos:</p> <ul data-bbox="496 443 1328 1182" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="496 443 1328 506">• O <i>kit</i> posicionar-se-á a 720 mm abaixo do nível 0, para ficar conforme os projetos anteriormente realizados; <li data-bbox="496 520 1328 583">• O início do <i>kit</i> ficará a 800 mm do centro da prensa, respeitando o que é definido nas prensas <i>standard</i>; <li data-bbox="496 598 1328 661">• O comprimento do <i>kit</i> poderá ser, no máximo, 1760 mm, que é a distância entre o início do <i>kit</i> (já definido) e os <i>racks</i> da rede de tubagens; <li data-bbox="496 676 1328 823">• As válvulas do <i>kit</i> deverão estar localizadas, maioritariamente, na zona do corredor de passagem, entre o <i>rack</i> e o pilar (espaçamento correspondente a 1310 mm, aproximadamente), para facilitar o acesso em caso de necessidade de manutenção; <li data-bbox="496 837 1328 900">• Os <i>kits</i>, quer para a cavidade esquerda, quer para a cavidade direita, apresentam a mesma disposição; <li data-bbox="496 915 1328 1020">• As mangueiras deverão estar alinhadas com o centro de cada cavidade, isto é, admitindo que a válvula 9 se localiza exatamente no centro das duas mangueiras, o centro da válvula deverá coincidir com o centro da cavidade; <li data-bbox="496 1035 1328 1140">• Os <i>kits</i>, para cada cavidade, deverão estar localizados entre os pilares, no entanto, existe a possibilidade de estes excederem os pilares que estão no limite da prensa; <li data-bbox="496 1155 1328 1182">• O <i>kit</i> deverá estar distanciado, no mínimo, a 50 mm de cada pilar.

Kit de vapor para o aquecimento interno: solução 0

A solução 0 foi esboçada com base na disposição das tubagens apresentada no esquema pneumático original, com a implementação das alterações definidas anteriormente. A tabela 56 apresenta as etapas levadas a cabo no desenho e na integração da solução 0 no *layout*, sendo que o desenho desta solução se encontra disponível no anexo B – “Desenhos Técnicos”.

Tabela 56 - Etapas para a integração da solução 0

Etapa	Descrição
1	Desenvolvimento da modelação 3D do <i>kit</i> no <i>software Inventor</i> , apenas com a representação das tubagens e flanges. As válvulas e restantes equipamentos não foram incorporados nesta primeira análise por uma questão de simplificação do desenho.
2	Conversão para o formato DWG (extensão de Autocad) e integração do <i>kit</i> no <i>layout</i> , considerando as distâncias definidas anteriormente.

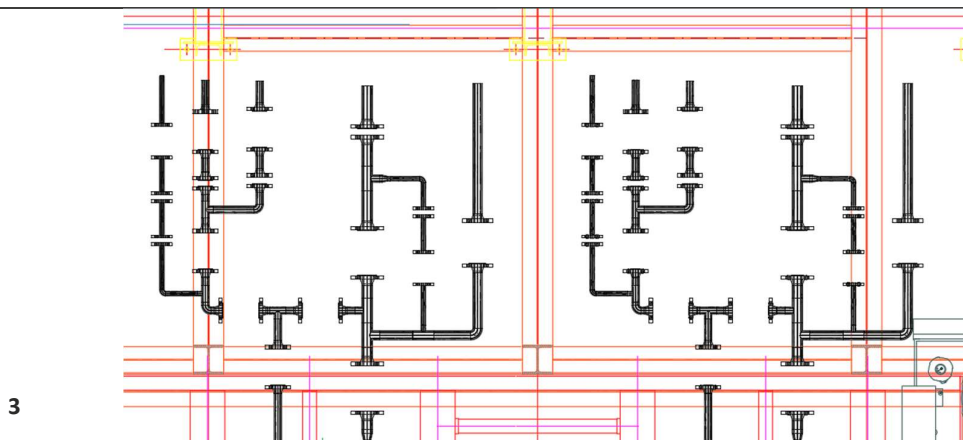


Figura 70 - Kit para o aquecimento interno: solução 0

Análise à solução 0

Problema encontrado: Ao aplicar o desenho no *layout* (figura 70), verificou-se que as tubagens do vapor de alta pressão ficam no alinhamento dos pilares do *rack* de tubagens, impossibilitando a sua ligação em linha reta às tubagens principais. Torna-se necessário encontrar uma nova solução.

Possíveis melhorias: diminuir o espaçamento entre as tubagens do dreno e do vácuo, resultando num *kit* mais compacto.

Para a resolução do problema encontrado na solução 0 surgem duas hipóteses de resolução, designadas por hipóteses A e B, descritas seguidamente.

Hipótese A: A linha de azoto é mantida na mesma posição. As tubagens de vapor são reposicionadas, tendo que se mover aproximadamente 100 mm;

Hipótese B: Quer as tubagens do vapor, quer a de azoto são reposicionadas em direção ao centro do *kit*.

Optou-se pela hipótese B, pois assim torna-se possível diminuir o atravancamento do *kit*.

Kit de vapor para o aquecimento interno: solução 1

No desenvolvimento da solução 1 manteve-se a distância entre as mangueiras de ligação à prensa, no entanto, reduziu-se o espaçamento entre tubagens. Com a aplicação destas decisões, a disposição das tubagens teve de ser alterada, nomeadamente a tubagem que alberga a válvula 11, deixou de estar disposta paralelamente à prensa, e passou a estar disposta perpendicularmente à prensa. Estas alterações também levaram a que, não só o espaço entre tubagens fosse reduzido, mas também o espaçamento entre as válvulas/equipamentos numa tubagem, também tivesse de ser reduzido.

Depois de projetado o kit no *software Inventor* (consultar anexo B – “Desenhos Técnicos”), converteu-se o desenho e aplicou-se no *layout* no *software Autocad* (*Autodesk*), como mostra a figura 71. Depois de integrada esta solução do kit, foi possível detetar um novo problema, uma vez que, ao diminuir o espaço entre as tubagens, a tubagem do vácuo passa a estar alinhada com a estrutura metálica do rack de tubagem, impossibilitando a sua ligação direta à tubagem de vácuo principal.

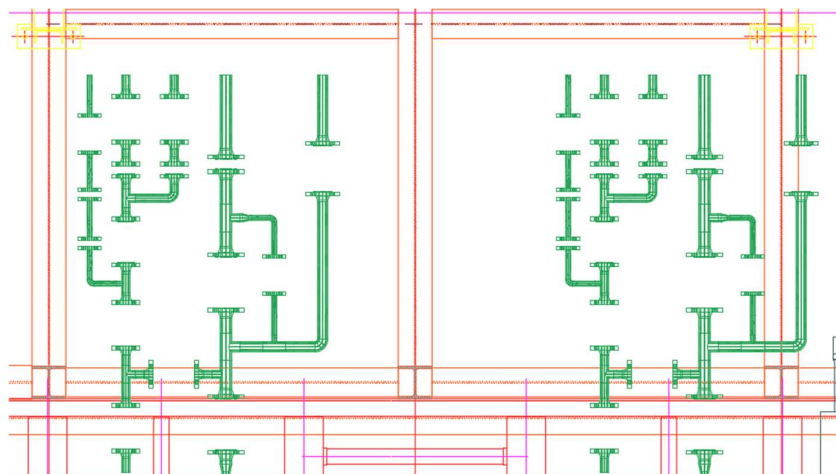


Figura 71 - - Integração da solução 1 para o kit de vapor para o aquecimento interno

Para contornar este problema, tornou-se necessário avaliar as hipóteses de resolução possíveis, designadas por hipóteses A e B, descritas seguidamente.

Hipótese A: reduzir o espaçamento entre dreno principal e secundário e a distância entre o vácuo e o dreno secundário. Implicaria que tivesse de alterar o espaçamento entre o dreno principal e o vácuo de 400 para 250 mm.

Hipótese B: Manter o espaçamento entre as tubagens dos drenos, e aumentar a distância entre o dreno secundário e o vácuo, em 80 mm, aproximadamente.

Optou-se por seguir a hipótese B, uma vez que a implementação da hipótese A, originaria um espaçamento entre tubagens de tal forma reduzido, que não permitiria a instalação das válvulas e equipamentos.

Kit de vapor para o aquecimento interno: solução 2

No desenvolvimento da solução 2, manteve-se a disposição geral das tubagens, e apenas se alterou a distância entre a tubagem do dreno secundário e a tubagem do vácuo. A figura 72 apresenta uma vista isométrica da solução 2 para o kit de vapor para o aquecimento interno.

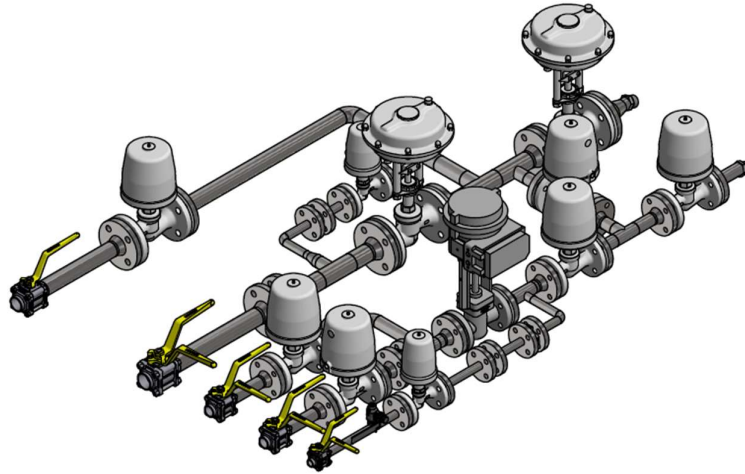


Figura 72 - Kit de vapor para o aquecimento - Solução 2

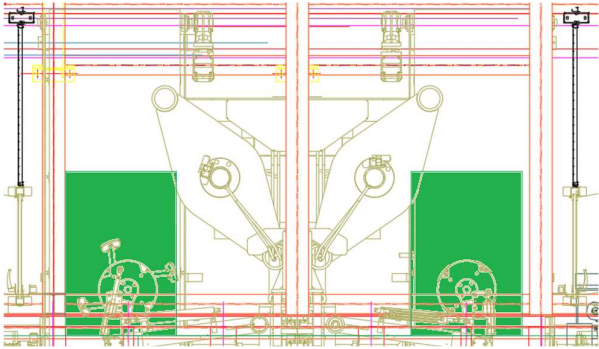
Esta nova versão apresentada apresenta algumas melhorias em relação à versão *standard*, nomeadamente, permite que haja mais espaço para ações de manutenção e para a implementação de isolamentos. Os desenhos 2D deste *kit* encontram-se no anexo B – “Desenhos Técnicos”.

3.8.1.2 Kit para o aquecimento externo

Para avaliar o espaço disponível para o *kit* para o aquecimento externo, analisou-se num primeira instância o *kit* sugerido pelo fabricante das prensas, para a prensa CK52 *standard*, disponível no anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”. A tabela 57 apresenta a análise realizada.

Tabela 57 - Avaliação do atravancamento do *kit standard* - aquecimento externo

Etapa	Descrição
	Avaliação da sugestão dada para as CK52 <i>standard</i> em Rayong
	Pela análise do desenho fornecido concluiu-se que:
1	<ul style="list-style-type: none"> • O <i>kit</i> posiciona-se a 190 mm acima do nível 0; • As tubagens distam 150 mm; • Em relação ao centro da prensa, a primeira mangueira da cavidade direita dista 850 mm, enquanto que a primeira mangueira da cavidade esquerda dista 800 mm; • A distância entre o centro da prensa e o início do <i>kit</i> é 990 mm; • Os kits apresentam a mesma disposição para as duas cavidades.

Etapa	Descrição
2	<p>Simulação do <i>kit</i> sugerido no <i>layout</i></p> <p>Assinalou-se o espaço ocupado pelo <i>kit</i> através de uma área verde. Com isto foi possível concluir que existe uma área disponível para ser ocupada, isto é, o <i>kit</i> pode ser alargado.</p> <p>Ao posicionar o <i>kit</i>, terá de se considerar o espaço ocupado pela estrutura que suporta os tapetes de descarga, assinalado na figura 73.</p>  <p>Figura 73 - Área ocupada pelo <i>kit</i> externo <i>standard</i>, sinalizada a verde</p>

Definição dos pré-requisitos do *kit*

Aliou-se a informação extraída do desenho do *kit standard* com os requisitos definidos pela empresa de acolhimento, e assim conseguiram-se aferir os seguintes pressupostos:

- O *kit* posicionar-se-á a 190 mm acima do nível 0, e o início do *kit* ficará a 990 mm do centro da prensa, respeitando o que é definido nas prensas *standard*;
 - O comprimento do *kit* poderá ser, no máximo, 1570 mm, que é a distância entre o início do *kit* (já definido) e os *racks* da rede de tubagens;
 - Deverá existir espaço entre as tubagens, que permita a passagem de uma pessoa por cima do *kit*;
 - Os *kits*, quer para a cavidade esquerda, quer para a cavidade direita, apresentam a mesma disposição;
- 3
- Os *kits*, para cada cavidade, deverão estar localizados entre os limites dos tapetes de descarga, tendo em atenção a posição dos pilares do tapete de descarga, sinalizados a vermelho na figura 74.

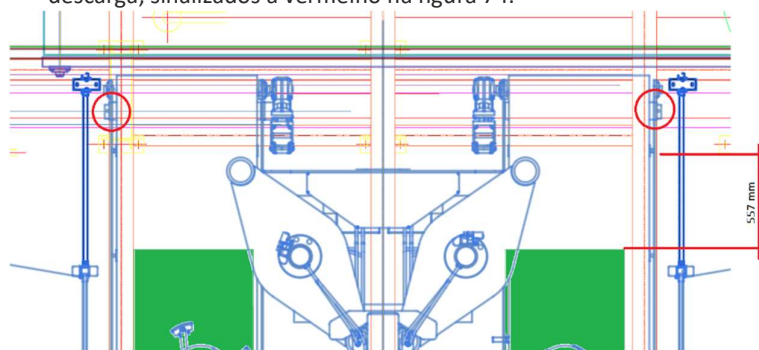


Figura 74 - Área disponível para o *kit* externo

Kit de vapor para o aquecimento externo: solução 0

O desenho do *kit* para o aquecimento externo foi esboçado com base no esquema apresentado na figura 34, procurando manter uma uniformidade em comparação com os projetos anteriores. Desta forma, todas as válvulas/equipamentos apresentados na figura 34 encontram-se em tubagens num plano horizontal, com a exceção dos elementos 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15 e 16 que se localizam em tubagens dispostas no plano vertical.

Nesta solução, contrariando o que acontece em projetos anteriores, optou-se por unir a tubagem dos drenos de cada cavidade, fazendo com que a zona destinada para esses *kits* tenha um menor número de tubagens. Assim, optou-se por aplicar um coletor DN25 entre as cavidades, derivando para uma tubagem única DN32. Nesse troço aplicou-se ainda duas ligações flangeadas, com flanges do tipo “*welding-neck*” para facilitar a operação de montagem.

Em relação à versão *standard*, podem ser destacadas algumas melhorias, entre as quais:

- Mais espaço disponível para circular por cima do *kit*, o que facilita os acessos para manutenção;
- Permite a colocação de isolamento nas tubagens, o que não acontece na versão *standard* devido à reduzida distância entre tubagens/ equipamentos.

A figura 75 apresenta uma vista isométrica da solução final para o *kit* de aquecimento externo. Os desenhos deste *kit* podem ser consultados no anexo B – “Desenhos Técnicos”.

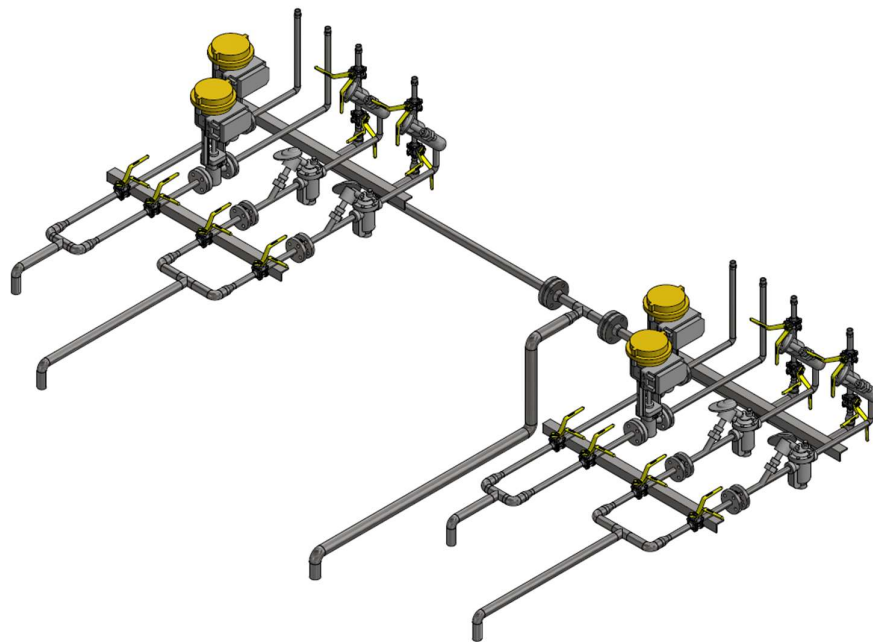


Figura 75 - Kit para o aquecimento externo – Solução 0

A definição dos comprimentos das tubagens de condensados, de vapor e do dreno principal teve em consideração as ligações a realizar às tubagens principais, apresentada no capítulo 3.9.

3.8.2 Mecanismos de segurança

Como definido anteriormente, serão projetados mecanismos de segurança de vários tipos, desde barreiras de proteção a *scanners*.

Scanner: área de segurança

A definição da área de segurança na zona 1 da prensa (figura 31) é de extrema importância, uma vez que a grande parte dos perigos associados à prensa, estão localizados nesta zona. O cálculo da área de segurança abrangida pelo *scanner* é definida na norma DIN EN ISO 13855 [75], na qual é referido que a área de segurança deve seguir a seguinte equação:

$$S = (K.T) + C \quad (1)$$

Em que,

- S é a distância (mm) de segurança mínima;
- K é a velocidade média (mm/s) com uma pessoa entra na zona de deteção, que se considera 1600 mm/s;
- T é o tempo de resposta, que depende da velocidade do dispositivo de controlo;
- C é uma distância de segurança adicional, sendo que é dada por: $C = 1200 - 0,4H$ (H é a altura, em mm, do *scanner* em relação ao nível 0)

Para o cálculo admitiu-se a situação mais crítica, que corresponde à implementação de um MGTS de quatro pneus, que fará com que o *scanner* tenha de ser colocado a uma altura de 390 mm (recomendação do fabricante das prensas). O fator T, depende do tipo de controlador do *scanner*. Admitiu-se um tempo de resposta de 300 ms (recomendação do fabricante das prensas).

Assim, aplicando a equação (1), tem-se:

$$S = (1600.0,3) + 1200 - (0,4.390) = 1524 \text{ mm}$$

Obteve-se um comprimento de 1524 mm, sendo que se arredondou para 1550 mm para facilitar o “manuseamento” deste valor.

A área de segurança é delineada a partir do molde, que se trata da zona de maior perigo. A área abrangida pelo *scanner* vai depender do tipo de suporte de pneus usado, isto é, se se trata de um MGTS ou GTS. No âmbito do projeto em questão, objetiva-se a implementação de um suporte múltiplo, ou seja, um MGTS, obtendo-se a situação da figura 76.

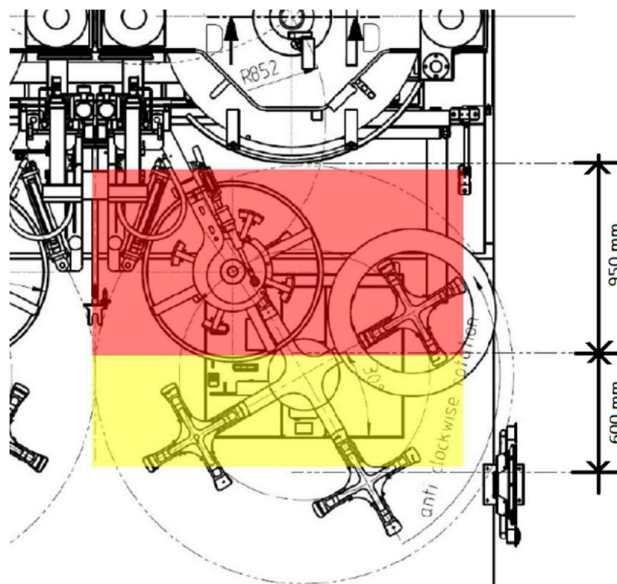


Figura 76 - Área de segurança no caso do MGTS (Adaptado de [65])

A área de segurança é dividida em duas áreas, a área vermelha e a amarela. Quando a área vermelha é interrompida, os moldes da prensa não abrem. A distância de segurança mínima, correspondente à zona vermelha e à amarela, é 1550 mm, sendo que 950 mm se destina para a zona vermelha e 600 mm para a zona amarela (de acordo com as informações disponibilizadas pelo fornecedor das prensas).

A largura do campo do *scanner* fica compreendida entre as barreiras de proteção da prensa.

Barreiras de proteção

No caso da prensa CK52, os quadros elétricos implementados no nível 0 vedam o acesso à parte posterior da prensa. Desta forma, ao deslocar os quadros elétricos no projeto das prensas modificadas para o nível inferior, torna-se necessário implementar vedações de segurança que isolem os mecanismos existentes na parte de trás da prensa (zona 2/3 da figura 31). Por outro lado, é também necessário integrar as barreiras de segurança, que delimitam a área ocupada pelas mangueiras móveis das prensas, no nível subterrâneo.

Estas proteções serão construídas de forma homóloga aos projetos anteriores, consistindo num conjunto de perfis tubulares quadrados metálicos e painéis de dimensões variáveis. Para a implementação destes mecanismos, tornou-se necessário o recurso à informação disponibilizada pela marca AXELENT (fichas técnicas no anexo A – “Fichas técnicas”), que é a marca recomendada pelo grupo Continental, e pelo fornecedor das prensas.

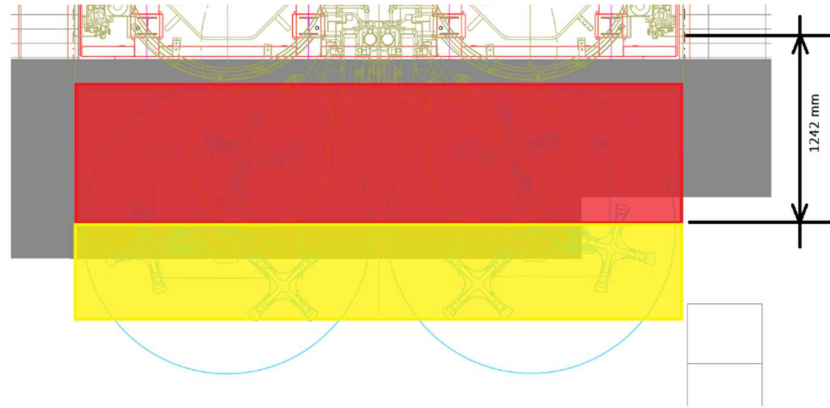
Existem vários parâmetros que necessitam de ser estudados para a escolha do perfil e do painel mais adequado para cada situação, nomeadamente, a altura do

equipamento (fonte de perigo) e a distância entre a barreira de segurança e a zona de perigo. Estes parâmetros devem ser dimensionados de tal forma que o utilizador não consiga aceder à zona de perigo. Com esta análise, torna-se possível determinar a altura dos postes (perfis tubulares), a largura dos painéis e o tamanho da malha da grelha do painel.

Barreiras de proteção – zona 1

Como referido anteriormente, um dos mecanismos de segurança da zona 1 são as barreiras de proteção. No *layout* das prensas CK52 *standard*, as barreiras de proteção já se encontram incorporadas, no entanto, com a introdução dos MGTS surge um constrangimento (apresentado no capítulo 3.7.1.2.), que implica a alteração da barreira. A tabela 58 apresenta as etapas levadas a cabo no anteprojecto destas barreiras de proteção.

Tabela 58 - Barreiras de proteção na zona 1: etapas do seu projeto

Etapa	Descrição
1	<p>A introdução do MGTS leva a um constrangimento com as vedações, o que leva a que as barreiras de proteção tenham de ser deslocadas. Para se garantir que não há interferências entre os dois equipamentos, as vedações serão deslocadas, no mínimo, 165 mm.</p> <p>Pretende-se ainda aumentar o comprimento da vedação até à zona crítica definida pelo <i>scanner</i> (calculada neste capítulo) e que se traduz num comprimento de 950 mm a partir da extremidade do molde. Isso significa que a nova barreira terá de cobrir um comprimento de, pelo menos, 1242 mm (figura 77).</p>
	
<p>Figura 77 - Definição do comprimento da barreira de proteção da zona 1</p>	
2	<p>Escolha do perfil metálico</p> <p>O perfil metálico será igual ao perfil implementado na prensa <i>standard</i>, ou seja, perfil metálico 50X50 [mm], com altura de 2000 mm, RAL 1018.</p>

Etapa	Descrição
	<p>Escolha do painel</p> <p>O painel terá a mesma altura do painel usado na prensa <i>standard</i>, ou seja, 1900 mm, do modelo “X-Guard 50x30”.</p> <p>Recorreu-se ao manual de montagem e verificou-se que o painel pode ter, no mínimo, uma largura de 1162 mm, tendo em conta que:</p> <ul style="list-style-type: none"> os perfis têm 50 mm de largura; a montagem deve respeitar o esquema de montagem apresentado na figura 78.

Assim, escolheu-se o painel de largura 1200 mm (figura 79).

3

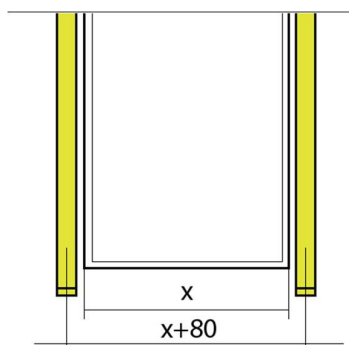


Figura 78 - Considerações para a montagem de painéis e perfis

MESH PANELS		
Art. no.	Height (mm)	Width (mm)
<i>Black (RAL 9011)</i>		
W322-190025	1900	0250
W322-190040	1900	0400
W322-190050	1900	0500
W322-190060	1900	0600
W322-190070	1900	0700
W322-190080	1900	0800
W322-190090	1900	0900
W322-190100	1900	1000
W322-190110	1900	1100
W322-190120	1900	1200
W322-190130	1900	1300
W322-190140	1900	1400
W322-190150	1900	1500

Figura 79 - Seleção do painel para a barreira 1

4	Implementação do perfil e painel escolhido no desenho da prensa CK52 modificada.
---	--

Barreiras de proteção – zona 2

A vedação implementada no projeto de modificação das prensas CK52 deverá ter um comprimento tal, que o acesso à parte de trás da prensa apenas seja possível através

da abertura da porta de segurança. Assim sendo, as etapas para a definição destas vedações encontram-se relatadas na tabela 59.

Tabela 59 – Barreiras de proteção na zona 2: etapas do projeto

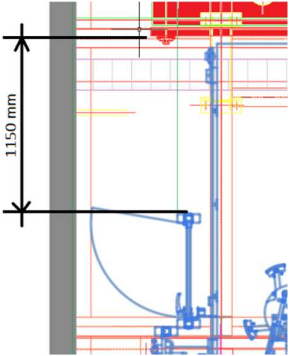
Etapa	Descrição
1	<p>Determinação da largura máxima</p> <p>Sabe-se que a vedação deverá ocupar a distância compreendida entre a porta de segurança e o tapete principal (figura 80).</p> <p>A largura máxima que a vedação pode ter é 1150 mm, admitindo que o painel é fixo ao perfil metálico da porta, e é implementado um outro perfil metálico na extremidade oposta.</p> 

Figura 80 - Espaço disponível para a barreira 2

2	<p>Escolha do tamanho do perfil metálico</p> <p>Altura do perfil metálico: será igual à altura do perfil metálico da porta de segurança já existente, que de acordo com o desenho do anexo D – “Documentos da empresa de acolhimento”, altura é de 2000 mm;</p> <p>Por uma questão de uniformidade com as restantes proteções da fábrica, a cor do perfil deverá ser amarela, RAL 1018.</p> <p>Pelo catálogo da AXELENT para perfis metálicos, tem-se as seguintes opções ilustradas na figura 81. Assim, escolheu-se o perfil 50X50 [mm], pois trata-se da versão <i>standard</i>.</p> <table border="1" data-bbox="699 1367 1024 1822"> <thead> <tr> <th colspan="3">50x50 mm, Yellow (RAL 1018)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P11-140</td><td>100</td><td>1400</td></tr> <tr><td>P11-150</td><td>200</td><td>1500</td></tr> <tr><td>P11-200</td><td>100</td><td>2000</td></tr> <tr><td>P11-230</td><td>100</td><td>2300</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="699 1472 1024 1549"> <thead> <tr> <th colspan="3">50x50 mm, Blue (RAL 5005)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P21-140</td><td>100</td><td>1400</td></tr> <tr><td>P21-200</td><td>100</td><td>2000</td></tr> <tr><td>P21-230</td><td>100</td><td>2300</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="699 1560 1024 1638"> <thead> <tr> <th colspan="3">50x50 mm, Black (RAL 9011)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P31-140</td><td>100</td><td>1400</td></tr> <tr><td>P31-200</td><td>100</td><td>2000</td></tr> <tr><td>P31-230</td><td>100</td><td>2300</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="699 1648 1024 1726"> <thead> <tr> <th colspan="3">50x50 mm, Red (RAL 9020)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P71-140</td><td>100</td><td>1400</td></tr> <tr><td>P71-200</td><td>100</td><td>2000</td></tr> <tr><td>P71-230</td><td>100</td><td>2300</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="699 1749 1024 1827"> <thead> <tr> <th colspan="3">70x70 mm inkl. foot (RAL 9011), Yellow (RAL 1018)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P13-140</td><td>100</td><td>1400</td></tr> <tr><td>P13-200</td><td>100</td><td>2000</td></tr> <tr><td>P13-230</td><td>100</td><td>2300</td></tr> </tbody> </table>	50x50 mm, Yellow (RAL 1018)			P11-140	100	1400	P11-150	200	1500	P11-200	100	2000	P11-230	100	2300	50x50 mm, Blue (RAL 5005)			P21-140	100	1400	P21-200	100	2000	P21-230	100	2300	50x50 mm, Black (RAL 9011)			P31-140	100	1400	P31-200	100	2000	P31-230	100	2300	50x50 mm, Red (RAL 9020)			P71-140	100	1400	P71-200	100	2000	P71-230	100	2300	70x70 mm inkl. foot (RAL 9011), Yellow (RAL 1018)			P13-140	100	1400	P13-200	100	2000	P13-230	100	2300
50x50 mm, Yellow (RAL 1018)																																																																
P11-140	100	1400																																																														
P11-150	200	1500																																																														
P11-200	100	2000																																																														
P11-230	100	2300																																																														
50x50 mm, Blue (RAL 5005)																																																																
P21-140	100	1400																																																														
P21-200	100	2000																																																														
P21-230	100	2300																																																														
50x50 mm, Black (RAL 9011)																																																																
P31-140	100	1400																																																														
P31-200	100	2000																																																														
P31-230	100	2300																																																														
50x50 mm, Red (RAL 9020)																																																																
P71-140	100	1400																																																														
P71-200	100	2000																																																														
P71-230	100	2300																																																														
70x70 mm inkl. foot (RAL 9011), Yellow (RAL 1018)																																																																
P13-140	100	1400																																																														
P13-200	100	2000																																																														
P13-230	100	2300																																																														

Figura 81 - Seleção do perfil metálico para a barreira 2

Etapa	Descrição
	<p>Escolha do modelo e altura do painel (X-Guard 50x20 ou X-Guard 50x30)</p> <p>A escolha do tamanho dos orifícios da malha vai depender da distância entre a vedação e o perigo. O modelo “X-Guard 50x20”, adequa-se a distâncias ao perigo de 120 mm e “X-Guard 50x30” para distâncias de 200 mm. Como a distância ao perigo (tapetes de descarga) será superior a 200 mm, qualquer um dos painéis pode ser escolhido;</p>
3	<p>Tendo em conta que o perfil metálico tem uma altura de 2000 mm, o painel deverá ter altura inferior, por isso escolheu-se o modelo “X-Guard 50x30”, pois, dos dois modelos, é o único que apresenta alturas inferiores a 2000 mm. Assim, escolheu-se a altura 1900 mm uma vez que é a que melhor se adequa à altura do perfil.</p>

Determinação da largura do painel

Recorreu-se ao manual de montagem e verificou-se que o painel pode ter, no máximo, uma largura de 1070 mm, tendo em conta que:

- os perfis têm 50 mm de largura;
- a largura máxima (painel + perfil + espaço entre perfil e painel (X2)) = 1150 mm;
- a montagem deve respeitar o esquema de montagem apresentado na figura 78.

MESH PANELS		
Art. no.	Height (mm)	Width (mm)
<i>Black (RAL 9011)</i>		
W322-190025	1900	0250
W322-190040	1900	0400
W322-190050	1900	0500
W322-190060	1900	0600
W322-190070	1900	0700
W322-190080	1900	0800
W322-190090	1900	0900
W322-190100	1900	1000
W322-190110	1900	1100
W322-190120	1900	1200
W322-190130	1900	1300
W322-190140	1900	1400
W322-190150	1900	1500

Figura 82 - Seleção do painel para a barreira 2

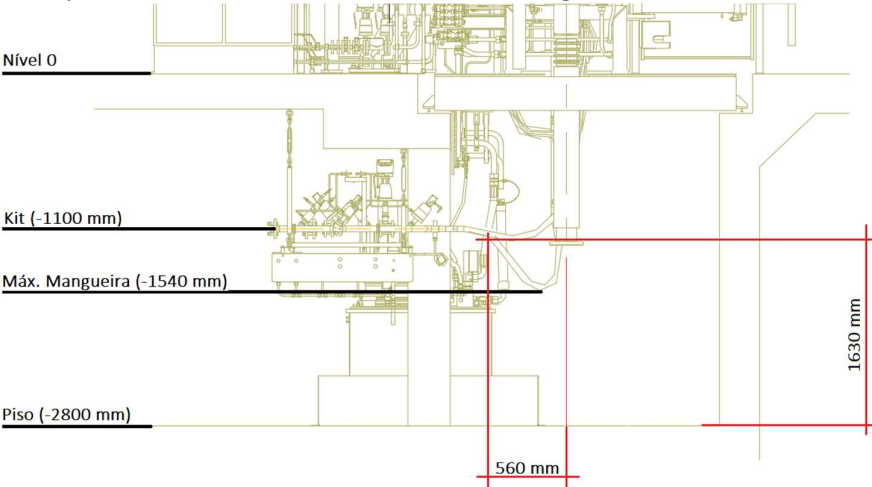
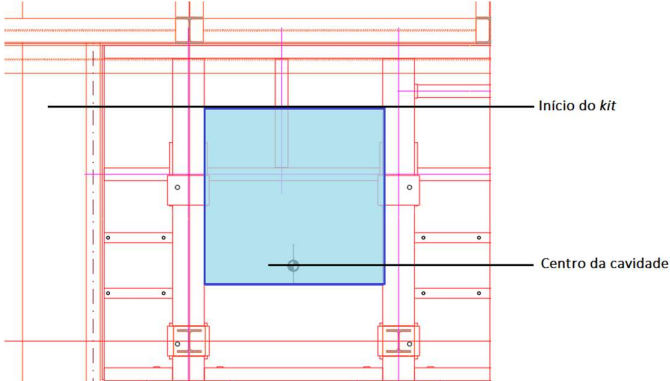
Assim, escolheu-se o painel de largura 1000 mm (figura 82).

5	Implementação do perfil e painel escolhido no desenho da prensa CK52 modificada.
---	--

Barreiras de segurança – nível subterrâneo

As etapas para o anteprojecto das proteções, a implementar no nível subterrâneo, estão mencionadas na tabela 60.

Tabela 60 – Barreiras de proteção no nível subterrâneo: etapas do anteprojet

Etapas	Descrição
1	<p data-bbox="386 289 618 317">Determinação da área</p> <p data-bbox="386 331 1334 674">A vedação deve abranger uma área que compreende as mangueiras de ligação entre o diafragma e o <i>kit</i>. Optou-se por deixar um afastamento de 300 mm em relação ao centro do mecanismo e em relação ao início do <i>kit</i>, o que perfaz um comprimento de cerca de 860 mm. O painel traseiro (entre o molde e a parte do canal) poderá ter uma altura com cerca de 2500 mm (contabilizando a altura do canal e o espaço ocupado pela estrutura metálica). A altura para os painéis laterais segue as mesmas diretrizes da altura do painel traseiro. O painel da frente (entre o <i>kit</i> e o molde) deverá abranger, pelo menos, o ponto máximo que a mangueira atinge, que corresponde a uma altura de 1260 mm (figura 83). A uma altura de 1630 mm, o painel da frente entrará em contacto com a mangueira.</p> 
Figura 83 - Cotas referentes à altura do mecanismo que se pretende isolar	
2	<p data-bbox="386 1255 813 1283">Análise aos constrangimentos do edifício</p> <p data-bbox="386 1297 1334 1398">Para testar o posicionamento da barreira de proteção, sinalizou-se no <i>layout</i>: o centro de cada cavidade (molde) e marcou-se o início do <i>kit</i> de vapor. Simulou-se a colocação de uma barreira quadrada com dimensões 900X900 mm² (figura 84). Verificou-se que não existe qualquer problema.</p> 
Figura 84 - Análise aos constrangimentos do edifício para a integração das proteções de segurança	

Etapas	Descrição
3	<p>Escolha dos perfis</p> <p>Escolheram-se os perfis <i>standard</i> 50X50 [mm], com uma altura de 2000 mm e RAL 1018, ficando em conformidade com as restantes vedações.</p>
4	<p>Escolha dos painéis</p> <p>Modelo dos painéis: “X-Guard 50x30”</p> <p>Para os painéis traseiros e laterais, escolheu-se uma altura de 1900 mm. Para o painel da frente escolheu-se a altura mais baixa a seguir aos 1900 mm, que é 1300 mm.</p> <p>Escolheu-se uma largura de 800 mm para todos os painéis. Desta forma, com a montagem dos painéis e dos perfis quadrados, atinge-se uma largura de 880 mm, cumprindo os 860 mm referidos na etapa 1.</p>
5	<p>Implementação do perfil e painel escolhido no <i>layout</i>.</p>

3.9 Segunda fase de integração

Este capítulo diz respeito à segunda fase de integração, que consiste na integração dos *kits* de vapor no *layout*.

3.9.1 Kit de vapor – aquecimento interno

O desenho deste *kit* foi implementado no *layout*, e verifica-se, pela análise à vista de topo (figura 85), que não existe qualquer problema.

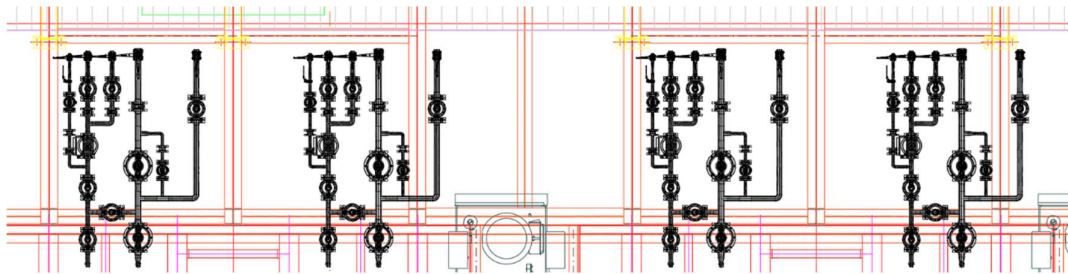


Figura 85 - Integração do *kit* para o aquecimento interno no *layout* - vista de topo

Torna-se necessário ainda verificar o seu posicionamento numa vista do canal em corte. Como se pode verificar na figura 86, as válvulas ON/OFF interferem com a viga metálica sinalizada a vermelho. Desta forma, torna-se necessário aumentar a distância entre o *kit* e o nível 0, e passar de 720 mm para, por exemplo, 1100 mm, que é o que se apresenta no *kit standard*.

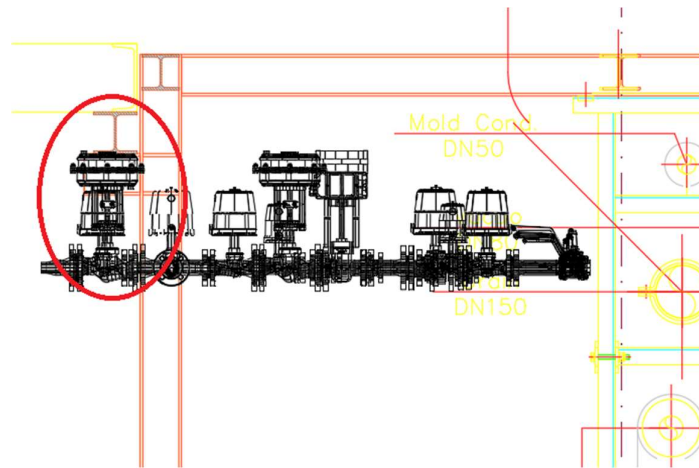


Figura 86 - Integração do *kit* para o aquecimento interno no *layout* - vista em corte do canal

No entanto, o deslocamento do *kit* tem de ter em consideração as ligações que serão feitas às tubagens. As ligações que o *kit* faz às tubagens do dreno e do vapor de alta e baixa pressão não apresentam nenhum constrangimento. Todavia, a ligação à tubagem principal do vácuo apresenta um grande constrangimento, uma vez que esta tubagem se encontra ao mesmo nível da tubagem do dreno, implicando que a tubagem de ligação tenha de ter vários desvios. Este problema verifica-se apenas em algumas das prensas do canal. Nas restantes prensas não se verifica este problema, devido ao facto da tubagem do dreno apresentar inclinação, sendo que no início do canal se apresenta a uma distância de, aproximadamente, 550 mm, e no fim do canal, apresenta uma distancia de 1190 mm, em relação ao nível zero. Portanto, apenas de verifica o problema do alinhamento entre a tubagem do dreno e do vácuo em certas partes do canal.

Este problema terá de ser comunicado à empresa responsável. Caso não seja possível alterar a disposição das tubagens, a ligação entre o *kit* e a tubagem do vácuo, terá de apresentar desvios.

3.9.2 *Kit* de vapor – aquecimento externo

O desenho deste *kit* foi implementado no *layout*, e verifica-se, pela análise à vista de topo (figura 87), que não existe qualquer problema.

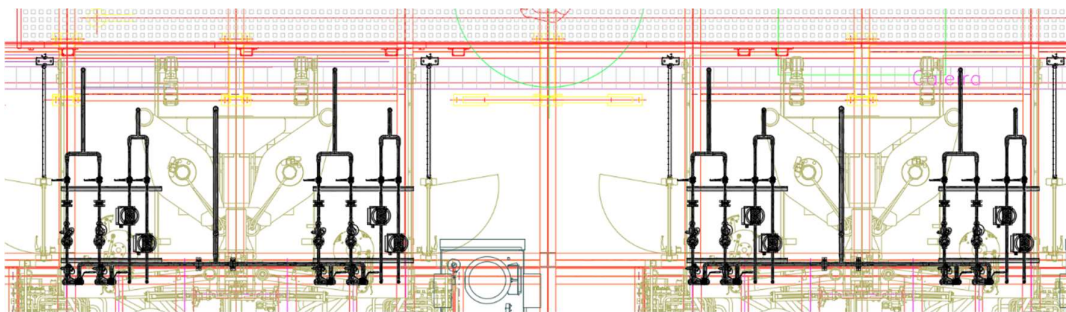


Figura 87 - Integração do *kit* para o aquecimento externo no *layout* - vista de topo

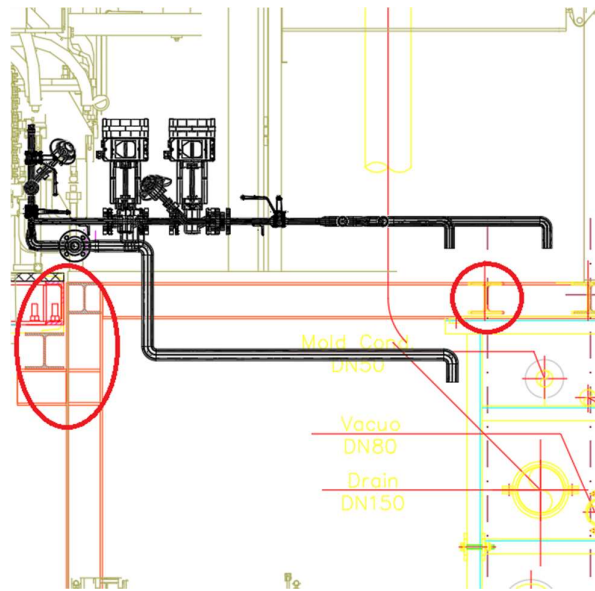


Figura 88 - Integração do kit para o aquecimento externo no layout - vista em corte do canal

Observando a figura é possível verificar a existência de vigas (sinalizadas a vermelho), que acabam por limitar a disposição do kit. Isto é, a tubagem do dreno teve de apresentar mais desvios por causa da existência das vigas. Por outro lado, a ligação da tubagem de vapor também teve de ser ponderada, também pela existência de uma viga.

Para a ligação entre a tubagem de vapor do kit e a tubagem principal de vapor de alta pressão existem duas hipóteses. Uma das hipóteses, que se designa por hipótese A, é passar a tubagem de vapor pelo interior do rack de tubagens, no entanto, não é possível fazer isso sem fazer cortes nas tubagens, o que é algo indesejável.

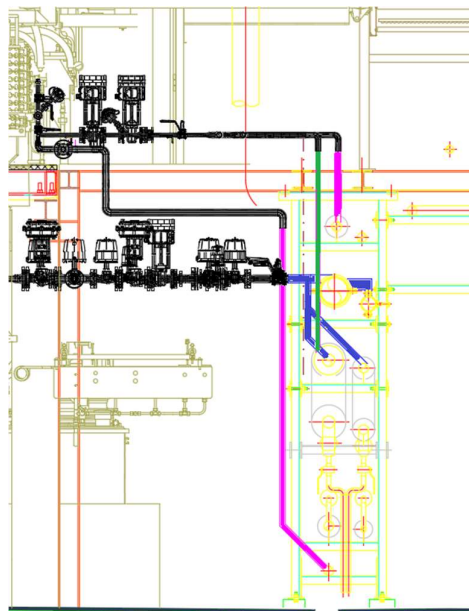


Figura 89 - Ligação entre os kits e as tubagens - Hipótese A

Na figura 89 é possível verificar as ligações efetuadas entre os *kits* (aquecimento interno e externo) e as tubagens principais. De notar que a magenta estão sinalizadas as ligações ao *kit* para o aquecimento externo e a azul estão sinalizadas as ligações ao *kit* para o aquecimento interno. A verde está sinalizada a tubagem da hipótese A e, como se pode verificar, há interferências com as tubagens.

A segunda hipótese para a ligação da tubagem, é colocar a tubagem fora do *rack*, como acontece no caso da tubagem do dreno. A figura 90 apresenta esse caso.

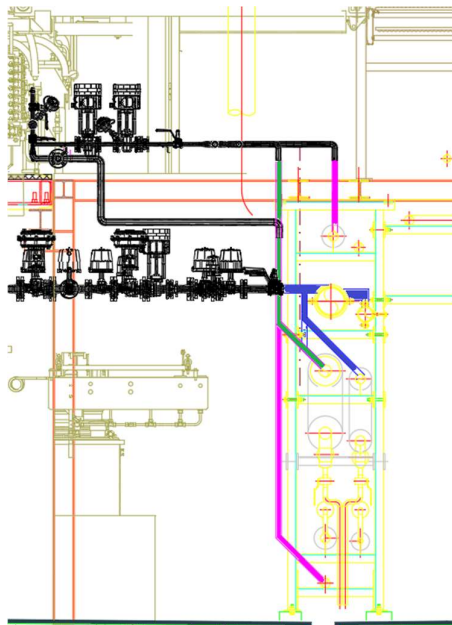


Figura 90 - Ligação entre os *kits* e as tubagens - Hipótese B

Esta situação é indesejável, no entanto, poderá ser a única alternativa. A possibilidade de alteração da disposição da rede de tubagens principais, é algo a considerar e a debater com a empresa responsável.

3.10 Montagem

3.10.1 Definição de *Layout*

Depois de projetados e integrados todos os sistemas, obteve-se dois *layouts* finais, sendo que um deles retrata o *layout* para a instalação de prensas CK52 personalizadas e o outro apresenta o *layout* para a implementação de prensas CK52 *standard*.

3.10.1.1 *Layout* para prensa CK52 personalizada

O *layout* final encontra-se no anexo C – “*Layouts*”. O *layout* principal apresenta uma vista de topo do canal, mas é possível encontrar quatro vistas adicionais do canal em corte. Torna-se importante salientar que os desenhos de alguns dos projetos

desenvolvidos por empresas externas não possuem vistas suficientes que permitam incluir o sistema em questão, em todas as vistas em corte.

3.10.1.2 *Layout para prensa standard*

O *layout* para a prensa CK52 *standard* difere em poucos aspetos do *layout* para as prensas personalizadas. Na concretização do *layout* para as prensas *standard*, alguns dos sistemas têm de ser alterados. Esta análise está destacada na tabela 61.

Tabela 61 - Layout para prensas CK52 *standard*: intervenções necessárias

Subsistemas alterados	Descrição
Quadro elétrico das prensas	Terão de ser removidos os quadros elétricos do nível inferior, já que as prensas <i>standard</i> possuem quadro elétrico integrado no nível 0. Elimina-se assim as barreiras de proteção projetadas para a zona 2 da prensa (figura 31).
Painel de controlo	Os painéis de controlo posicionados do lado direito da prensa terão de ser removidos, já que as prensas <i>standard</i> possuem um painel de controlo no centro da prensa.
MGTS	O MGTS incorporado terá de ser removido, já que as prensas já têm um GTS integrado. Ao eliminar o GTS, elimina-se assim as barreiras de proteção projetadas para a zona 1 da prensa (figura 31).
Tapete principal	Como se verificou na integração das prensas modificadas, o tapete de descarga das prensas ficava sobreposto à estrutura do tapete principal, desta forma, será necessário alterar um dos projetos: diminuir a largura do tapete principal ou, então, encurtar o comprimento dos tapetes de descarga da prensa <i>standard</i> . Para se manter o comprimento dos tapetes de descarga das prensas <i>standard</i> e para se manter a largura dos tapetes principais, sem haver interferência entre os dois sistemas, as prensas teriam de ser recuadas em relação ao centro da prensa. No entanto, para o efeito, a <i>adapter frame</i> e a estrutura do canal (particularmente, a parte de betão) teriam de ser alterados, sendo, nesta fase do projeto, uma solução pouco viável.

O *layout* para as prensas *standard* encontra-se no anexo C – “*Layouts*”.

3.10.2 Sequência de montagem

O processo de construção deste projeto é complexo, uma vez que são várias as empresas intervenientes no processo. Tendo em conta que o futuro canal 6B ocupará o espaço que, no momento da dissertação, está a ser ocupado pela inspeção final, numa primeira fase, é imprescindível remover toda a maquinaria e estruturas pertencentes ao processo de inspeção final.

A sequência de montagem dos sistemas, que se dá numa fase seguinte, está relatada na tabela 62.

Tabela 62 - Sequência de montagem

Etapa	Descrição
1	Iniciação dos trabalhos de engenharia civil, o que envolve a escavação do canal subterrâneo, aplicação de betão e materiais estruturais e de revestimento. Instalação das estruturas metálicas, incluindo a <i>adapter frame</i> .
2	Montagem das utilidades, nomeadamente a rede de tubagens principais, estação de produção de vácuo e tanque de recolha de condensados
3	Instalação da rede de tapetes transportadores.
4	Instalação das prensas de vulcanização.
5	Instalação dos <i>kits</i> de vapor.
6	Execução das ligações entre a prensa (tubagens dos <i>kits</i> , tubagens de ar comprimido) e a rede de tubagens principais.
7	Instalação da <i>Hotte</i> .
8	Construção do corredor de limpeza.
9	Instalação da rede elétrica e mecanismos de segurança contra incêndios (rede de <i>sprinklers</i>).

A sequência de montagem é algo que não tem flexibilidade para ser alterado, isto porque determinados projetos são influenciados pela construção de outros. O primeiro projeto a ser construído é o da estrutura do canal (construção civil), visto ser a base de todo o canal. Depois são montadas todas as estruturas metálicas, incluindo a *adapter frame*. De seguida, é montado o projeto da rede de tubagens. Os restantes projetos só poderão ser instalados no local quando o nível subterrâneo estiver em fase de conclusão, visto que serão todos instalados em cima da estrutura do canal.

Numa fase seguinte, são instalados os tapetes transportadores, uma vez que se localizam no centro do canal, sendo apoiados nas vigas metálicas da trincheira. Deverão ser montados antes da instalação das prensas, pois, caso contrário, a montagem seria dificultada pela falta de espaço.

Numa próxima etapa são instaladas as prensas e os seus componentes, sendo que primeiramente são colocadas as HPU no nível subterrâneo. As HPU são demasiado pesadas e apresentam uma dimensão tal que não permite que sejam colocadas no nível subterrâneo pelas escadas de acesso, sendo então introduzidas no canal com auxílio de uma grua, através do espaço disponível entre a estrutura metálica.

Depois das prensas, são instalados os *kits* de vapor. Estes são ligados às prensas através das mangueiras com acessórios roscados nas extremidades, e depois são soldados a tubagens intercalares que fazem a ligação às tubagens principais.

No final do processo é instalada a *Hotte*. Esta estrutura tem de ser instalada depois das prensas, pois, caso contrário, não era possível colocar as prensas no sítio correto.

Em último lugar, são estabelecidas as ligações elétricas e são instalados os mecanismos de proteção contra incêndios.

3.10.3 Organização/*Planning* de montagem

O planeamento do processo de montagem é bastante importante porque, de facto, trata-se de um projeto com bastantes elementos, e muitos deles têm processos de instalação complexos. Alguns dos elementos são entregues na fábrica já prontos, sendo apenas necessário fazer as ligações ao local. No entanto, outros são construídos no próprio local de montagem. O facto de haver diferentes empresas envolvidas no processo de montagem, construção ou instalação, faz com que o projeto tenha uma montagem mais demorada, isto porque, nem todas as instalações podem ser feitas simultaneamente, levando a que cada empresa tenha o seu período para intervir no canal.

O planeamento da montagem para o canal 6B teve em consideração os tempos médios de montagem/construção que se registaram no projeto anterior, do canal 7B. Efetivamente, registaram-se as durações de construção/montagem mencionadas na tabela 63.

Tabela 63 - Tempos médios da instalação dos projetos

Projeto a instalar	Duração
Projeto de engenharia civil e utilidades (inclui rede de tubagens principais)	4 meses
Tempo desde o pedido de compra das prensas até à expedição das mesmas	9 meses
Transporte das prensas	1 semana
Instalação das duas primeiras prensas	3 a 4 semanas por prensa
Instalação das restantes prensas	2 semanas por prensa
Instalação dos tapetes transportadores	3 a 4 semanas
Instalação da <i>Hotte</i>	3 a 4 semanas

Atendendo aos tempos médios mencionados na tabela 63, elaborou-se um diagrama de Gantt que se encontra disponível no anexo D – “Documentos de análise ao projeto”. Para o planeamento da montagem e a elaboração do diagrama, assumiram-se alguns pressupostos, descritos seguidamente:

- O planeamento foi iniciado a partir da efetuação do pedido de compra das prensas. A primeira linha, a cor verde, representa o período que leva desde o momento em que é feito o pedido de compra e o processamento da encomenda, isto é, até ao momento em que as prensas estão prontas a ser enviadas;
- O período destinado para a construção da estrutura do canal e rede de tubagens está realçado a cor-de-laranja;
- O período destinado para a instalação da rede de tapetes transportadores está destacado a cor azul;
- Admitiu-se que o transporte das prensas (realçado a cor amarela) até à fábrica demora uma semana. No caso das 16 prensas serem entregues na mesma semana (que é a situação representada), torna-se necessário preparar um local apropriado para o armazenamento;
- Assumiu-se que as prensas eram instaladas uma de cada vez (processo realçado a cor vermelha e roxa), assim como os *kits* também eram instalados um de cada vez;
- Admitiu-se que demoraria uma semana para instalar os *kits* de vapor e para fazer a ligações para a prensa (tarefa destacada a cor castanha), sendo que seria uma semana por prensa;
- Assumiu-se também que a construção da *hotte* (cor-de-rosa) só iniciaria depois de terminar a instalação da última prensa.

A duração para a construção da *Hotte* que consta na tabela 63, representa o tempo que levou para a construção da *hotte* e para a construção do corredor de limpeza, uma vez que a construção deste estava incluída no projeto da *hotte*. No entanto, neste projeto, caso se tivesse posto o corredor apresentado na solução de anteprojecto, muito provavelmente ele ia estar ligado ao projeto dos tapetes, porque existe a possibilidade de partilharem pilares. No entanto, é provável que a montagem do corredor só fosse possível no momento em que as prensas estivessem todas montadas. Desta forma, admitiu-se que a construção da *hotte* e do corredor de limpeza seriam simultâneas e que demoraria igualmente quatro semanas.

A parte do planeamento está diretamente ligada aos recursos humanos disponíveis para a montagem e, por outro lado, ligada aos prazos definidos pela empresa de acolhimento. O planeamento terá de ser definido com maior detalhe quando forem conhecidos outros aspetos, tais como, a disponibilidade para os equipamentos de montagem (por exemplo, quantidade de gruas, se podem funcionar em simultâneo), a quantidade de empresas e pessoas envolvidas na montagem (uma vez que ainda não estão definidas as empresas que estarão encarregues da instalação).

3.10.4 Manual de montagem

Torna-se importante perceber como é feita a montagem de todos os sistemas. A tabela 64 apresenta as etapas de montagem dos vários projetos de especialidade.

Tabela 64 - Etapas de montagem do projeto


Etapa	Descrição
1	Instalação do projeto da estrutura do canal, ao encargo de uma empresa externa.
2	Instalação do projeto da rede de tubagens, ao encargo de uma empresa externa.
3	<p>Instalação da <i>Adapter frame</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posicionamento da <i>adapter frame</i> no local correto, com o auxílio de uma grua; • Ligar a <i>adapter frame</i> às vigas metálicas, por aplicação de parafusos M24, sendo que são usadas chapas retificadas para garantir que a estrutura se encontra nivelada; • Estabelecer a ligação entre a <i>adapter frame</i> e o maciço de betão, através de 8 buchas M30 HIT-V (8.8), com recurso à máquina <i>Hilti TE25 Rotary Hammer Drill</i>; • Retificar toda a superfície (ao encargo de empresa externa). <p>Instalação da rede de tapetes transportadores, que são aparafusadas às vigas metálicas da trincheira, e são apoiados sobre o gradil, como mostra a figura 91. A instalação fica ao encargo de uma empresa externa.</p>
4	
5	<p>Instalação das prensas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • As prensas são transportadas por uma ponte e são posicionadas em cima da <i>adapter frame</i>; • A prensa é aparafusada à <i>adapter frame</i> em oito apoios, com recurso a parafusos M24 para o aperto e parafusos M20 para o ajuste, DIN 933 (parafusos sextavados); • As colunas cilíndricas são aparafusadas à estrutura metálica através de parafusos M8; • Os tapetes de descarga são apoiados no gradil, tal como os tapetes principais.

Figura 91 - Apoios dos tapetes transportadores

Etapa	Descrição
	<p>Instalação dos <i>kits</i> de vapor:</p> <p>Os <i>kits</i> foram desenvolvidos de forma a que possam ser entregues no local de instalação, parcialmente montados, de forma a que não seja preciso soldar no local. Os <i>kits</i> são fornecidos em segmentos já soldados, sendo apenas necessário aparafusar as flanges e acessórios no local. A única operação de soldadura no local, dá-se na ligação à rede de tubagens principais.</p>
6	<p>Para a operação de transporte e para garantir a estabilidade do <i>kit</i>, quer na montagem, quer durante a sua vida útil, os <i>kits</i> são ligados a suportes metálicos, geralmente, apoios em cantoneiras em “L”. Numa fase seguinte é aplicado o material isolador, que é fixo às tubagens com recurso a braçadeiras. A fixação das tubagens aos suportes metálicos, é também garantida com a aplicação de braçadeiras metálicas.</p> <p>Os <i>kits</i> são ligados as prensas através de mangueiras roscadas em casquilhos fêmeas.</p>
7	Instalação da <i>Hotte</i> , ao encargo de uma empresa externa.

3.11 Análise da conservação

3.11.1 Planos de manutenção

Uma manutenção planeada é um dos fatores que garante a durabilidade de um dado sistema. Desta forma, torna-se importante sintetizar as medidas de manutenção aplicáveis ao canal 6B. Por uma questão de melhor organização, optou-se por dividir as ações de manutenção pela sua periodicidade. A tabela 65 apresenta os planos de manutenção adequados para o canal 6B. A informação relativa à manutenção da prensa foi cedida pelo fabricante das prensas, encontrando-se as instruções de manutenção no anexo E – “Documentos da empresa de acolhimento”.

Tabela 65 - Plano de manutenção para o canal 6B

Periodicidade	Componente	Ação	
Mudança de turno	Luzes do painel ligadas	Controlo operacional	
	Dispositivos de paragem de emergência	Controlo funcional	
	<i>Scanners</i>	Verificar se área está desimpedida	
	Prensa	Toda a prensa	Inspeção visual para deformações
			Inspeção visual para fissuras
		Inspeção visual para a falta de componentes de ligação mecânica	
		Verifique se há conexões elétricas, pneumáticas ou hidráulicas com defeito	

Periodicidade	Componente	Ação
Mudança de turno	Prensa	Verificar barulhos atípicos
		Verificar eventuais vibrações ou oscilações
		Verificar limpeza
		Verificar sistema de controlo
Semanalmente	Unidade hidráulica	Verificar temperatura
	Mecanismo central: fugas na prensa	Verificar o seu estado e eventuais folgas
	Sistema hidráulico e respetivo reservatório de óleo	Verificar nível do óleo
	Cilindros pneumáticos e hidráulicos	Verificar folgas, o seu estado e funcionalidade.
		Verificar se existem fugas de óleo; verificar se existe alguma marca ou algum dano mecânico nas hastes dos cilindros
	Juntas de cilindros pneumáticos e hidráulicos	Verificar se é necessário substituir junta.
		O intervalo de substituição depende das condições de funcionamento, temperaturas, e da qualidade do meio. Nenhum intervalo é especificado para a substituição de peças de desgaste.
	Ligações aparafusadas nos cilindros pneumáticos e hidráulicos	Verificar se é necessário apertar as ligações
	Sistemas hidráulicos, de aquecimento e pneumáticos: tubagens e ligações aparafusadas	Verificar se há fugas. As fugas devem ser controladas. Em caso de fuga, apertar as ligações hidráulicas firmemente.
	Purgador para o aquecimento externo	Limpar filtros se necessário
Sistema de aquecimento: pressostato	Controlo operacional	
Sistemas pneumáticos, hidráulicos e de pressão	Verificar pressões de serviço	

Periodicidade	Componente	Ação		
Semanalmente	Prensa	Manómetro do sistema hidráulico	Verificar se o manómetro transmite os valores corretos. Se o manómetro não indicar os valores corretos, verificar se o sistema hidráulico está a funcionar corretamente. Se o sistema hidráulico funcionar corretamente, substituir manómetro.	
		Unidade hidráulica: acumulador do diafragma, reservatório de óleo	Verificar o seu estado	
		Unidade hidráulica: filtro	Monitorizar os indicadores de contaminação	
		Quadro elétrico: ventoinhas e filtros	Verificar filtros. Se necessário, limpar ou substituir.	
Mensalmente	Prensa	Tapete de descarga, MGTS, braço carregador e braço descarregador	Verificar o seu estado e funcionamento	
		Dispositivo de guiamento da placa de pressão: botão de emergência	Verificar funcionamento do botão de emergência Verificar e se necessário reajustar posição do botão de emergência	
		Sistema de aquecimento: monitorização da temperatura	Controlo operacional	
		Sistema de aquecimento: válvulas	Verificar funcionamento e folgas	
	Canal	Canal	Válvulas de segurança e respetivas ligações	Verificar funcionamento e folgas
			Todos os interruptores: sensores fotoelétricos, sensores de proximidade, sensores de reflexão, entre outros.	Verificar funcionamento, limpar botões e sensores
			Pavimentos	Limpeza

Periodicidade	Componente	Ação	
Trimestralmente	Carregador e descarregador: amortecedores do mecanismo giratório	Verificar funcionamento	
	Carregador e descarregador: unidade de guiamento	Verificar funcionamento e desgaste. Limpar e lubrificar, se necessário.	
	Carregador e descarregador: mandril	Limpar e lubrificar, se necessário	
	Sistemas pneumáticos e hidráulicos: válvulas	Verificar o seu estado de conservação e funcionamento	
	Unidade hidráulica: reservatório de óleo	Verificar o óleo, trocar óleo, se necessário. Verificar se há contaminação e teor de água	
	Sistema pneumático: filtro do ar comprimido	Substituir cartucho do filtro, se necessário	
	Sistema pneumático: unidade de serviço	Verificar a acumulação de condensados. Descarregue o condensado desapertando o parafuso de drenagem no copo do filtro.	
Bianual	preNSa	Todos os parafusos	Verificar todos os parafusos e apertar, se necessário.
	Hotte	Estrutura	Limpar estrutura
Anualmente	PreNSa	Unidade hidráulica: bomba hidráulica	Uma velocidade reduzida do cilindro hidráulico ou barulho atípico podem ser sinais de desgaste. Se necessário, a bomba deverá ser substituída por operadores qualificados.
	Kit	Mangueiras de ligação	Verificar estado das mangueiras e trocar mangueiras se necessário.
A cada 5 anos	PreNSa	Coluna, mecanismo de bloqueio	Verificar existência de fissuras nos componentes através de um ensaios de líquido penetrante.
A cada 6 anos	PreNSa	Tanque do óleo hidráulico	Trocar tanque

Periodicidade	Componente	Ação
A cada 6 anos	Mangueiras hidráulicas	Trocar
	Mangueiras de aquecimento	Trocar
	Mangueiras pneumáticas	Trocar
	Cilindros pneumáticos e hidráulicos	Trocar
	Tapete de descarga: motor	Mudar óleo

3.12 Análise crítica do projeto

Depois de realizada a integração de todos os sistemas no *layout*, foi possível verificar alguns constrangimentos.

Problemas associados à *Hotte*:

Um dos constrangimentos observados está relacionado com o posicionamento dos pilares da *Hotte*. Como se pode verificar pela Figura 92, na grande maioria dos corredores entre as prensas, existe um pilar da *Hotte*, verificando-se que, em muitos casos, a largura disponível para a aceder ao corredor é de 310 mm, sendo, portanto, bastante limitada. Este problema de espaço é mais notório no caso do *layout* com prensas personalizadas, uma vez que possuem MGTS, que ocupam mais espaço e levam a que seja necessário colocar uma nova barreira de proteção, mais comprida.

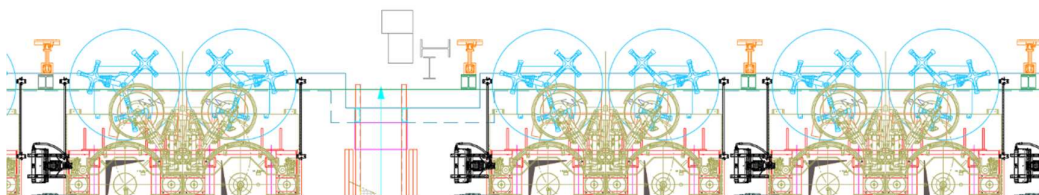


Figura 92 - Dificuldades no acesso aos corredores

A resolução deste problema passaria por reavaliar a posição dos pilares, procurando posicioná-los numa posição mais afastada da entrada para os corredores da prensa. No entanto, a solução acaba por não ser muito viável, visto que o projeto para o posicionamento da *Hotte*, já se encontra aprovado.

A possibilidade de remoção de alguns pilares iria resolver o problema em algumas das prensas.

Problemas associados ao *kit* de vapor:

O principal problema detetado no *kit* de vapor, diz respeito à interferência que existe entre as válvulas ON/OFF (DN25 e DN40) e as vigas metálicas do canal, para o *kit* para o aquecimento interno. Este problema é de grande importância, uma vez que não há flexibilidade para a alteração do formato do *kit*, pois não é possível reposicionar as válvulas por falta de espaço. Por outro lado, tendo sido o projeto da estrutura do canal aprovado, também não é viável fazer a alteração do projeto. A solução passaria por baixar o nível do *kit* de vapor, passando dos 720 mm em relação ao nível zero para, por exemplo, 1100 mm, que é o apresentado nos *kits standard*. No entanto, esta alteração da altura do *kit*, irá implicar alterações no projeto da rede de tubagens.

Numa segunda hipótese, poderiam ser procuradas válvulas ON/OFF alternativas que apresentassem menor altura, ou, então, solicitar uma personalização das válvulas ao fabricante. Todavia, esta opção poderá ser bastante dispendiosa.

Problemas associados à rede de tubagens:

Um dos constrangimentos registados diz respeito ao posicionamento das tubagens de dreno e do vácuo. O facto de em algumas prensas, estas tubagens apresentarem o mesmo alinhamento, significa que a ligação entre a tubagem do vácuo e o *kit* para o aquecimento interno, terá de apresentar vários desvios, sendo uma situação indesejável. Isto porque, quanto maior o número de desvios, mais dificultada será a operação de montagem.

A resolução do problema passa por comunicar o mesmo à empresa responsável, no sentido de tentar averiguar se é possível a alteração do projeto.

Um outro problema associado à rede de tubagens, prende-se com a questão das ligações entre a tubagem principal de vapor de alta pressão e a tubagem de vapor do *kit* para o aquecimento externo. A presença de vigas estruturais e pilares do *rack*, impossibilita a ligação sem desvios entre as duas tubagens mencionadas anteriormente. A tubagem de ligação implementada por dentro do *rack* iria implicar recortes nas tubagens, sendo uma situação indesejável. No entanto, este facto poderia ser contornado caso a estrutura do *rack* fosse alargada. Situação essa que não é possível devido à largura mínima, estabelecida pela empresa de acolhimento, que os corredores de passagem têm de apresentar.

Uma outra solução para a resolução deste problema consiste na passagem da tubagem de ligação fora dos limites do *rack*. Embora não seja uma solução ideal, pois os *racks* são implementados para fazer o suporte das tubagens, é a solução mais viável.

Problemas associados aos tapetes transportadores:

O acesso à parte de cima dos tapetes transportadores, zona de ligação ao canal 200 dificultada pela existência do quadro elétrico geral.

Na análise aos tapetes transportadores das prensas, isto é, tapetes de descarga, definiu-se que os tapetes não iriam ser aproximados, uma vez que para o efeito seriam necessárias informações do fabricante das prensas e tais informações não foram recebidas dentro do prazo estipulado. Assim, mantiveram-se os tapetes na posição *standard*. Caso o reposicionamento dos tapetes não seja possível, a colocação de gradil entre os tapetes, permitirá evitar que os pneus caiam em cima dos *kits* de vapor. No entanto, um aspeto negativo é que dificultaria o acesso aos *kits* para o aquecimento externo, pois iria limitar o espaço disponível para o efeito.

Outras considerações:

- Por outro lado, importa referir que alguns dos projetos integrados ainda se encontram em fase de desenvolvimento e, por isso, a versão integrada trata-se de uma versão provisória. Na impossibilidade de obter respostas dentro do prazo estipulado, alguns dos projetos apresentam-se na sua versão intermédia, como é o caso da rede de tubagens.
- Também pelo mesmo motivo referido anteriormente, alguns dos sistemas não foram analisados nem integrados no projeto, como é o caso dos mecanismos de proteção contra incêndios, que são os últimos elementos a serem construídos. Apesar da rede elétrica não ter sido representada no *layout*, durante o desenvolvimento do layout, a sua presença foi tida em consideração, nomeadamente, no posicionamento dos painéis de controlo das prensas.
- Por outro lado, a estrutura para o corredor de limpeza também não foi integrada no *layout*, uma vez que antes da integração teria de ser feito o projeto de toda a estrutura, algo que é bastante complexo para ser apresentado dentro do prazo estipulado.
- Inicialmente, tinha-se também referido que se pretendia a colocação de uma estrutura, a unir ao projeto dos tapetes transportadores, que permitisse visualizar a parte de cima do tapete superior. No entanto, esta estrutura não foi projetada. A implementação da solução para o corredor de limpeza, poderá ser uma resolução para esse problema.
- O azoto é um composto que aumenta a eficiência do processo de cura, no entanto, a implementação de uma linha de azoto não será contemplada no projeto numa fase inicial. Assim, torna-se necessário “fechar” a linha de nitrogénio existente no *kit* para o aquecimento interno. Para o efeito, será instalada a derivação para a linha de azoto, todavia, o troço que compreende os acessórios entre a válvula de retenção e a válvula de macho esférico é, por enquanto, eliminado, e é colocada uma flange cega a tapar a tubagem.

- Na solução para o *kit* externo, implementaram-se quatro sondas PT100 por cavidade da prensa, sendo que duas estão aplicadas diretamente no reservatório de condensados e as outras duas estão aplicadas nas duas tubagens DN15 de condensados. No entanto, esta representa a solução ideal, tratando-se assim de uma solução mais dispendiosa. Uma segunda solução mais económica seria colocar apenas uma sonda PT100 na tubagem DN25 que “reúne” as tubagens dos condensados, reduzindo para 3 o número de sondas por cavidade.




CONCLUSÕES




4.1. Proposta de trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

O aumento da capacidade produtiva na vulcanização de pneus implica a execução de um complexo projeto de engenharia. De facto, como se incluem diversas áreas de especialidade, torna-se imperativo fazer um planeamento de todo o processo de construção. Neste caso de estudo, inseriram-se vários tipos de especialidades de engenharia, com diferentes necessidades de intervenção, nomeadamente, verificação, adaptação e projeto. O estudo de cada sistema antes da sua integração num *layout* único, foi algo imprescindível e que permitiu, numa fase final, detetar incongruências nos projetos e, em alguns casos, prevenir erros no momento da construção. Numa fase inicial deste projeto, foram definidos alguns objetivos. A análise ao seu cumprimento ou incumprimento, encontra-se na Tabela 66.

Tabela 66 - Análise ao cumprimento dos objetivos propostos para o projeto

Objetivo	Ações tomadas	Avaliação
Projeto 3D e 2D do <i>kit</i> de vapor das prensas	Os <i>kits</i> de vapor das prensas tiveram de ser projetados de acordo com os requisitos da empresa de acolhimento. Foi necessária a execução dos desenhos técnicos do <i>kit</i> para posterior construção.	
Integração do <i>kit</i> de vapor e das tubagens principais	Os <i>kits</i> de vapor foram integrados no <i>layout</i> e foram verificados os principais constrangimentos, como também foram apresentadas possíveis soluções. O projeto ligado à rede de tubagens principais foi integrado no <i>layout</i> , passando por uma fase de análise a eventuais problemas. Importa referir que na fase de desenvolvimento da presente dissertação, o projeto para as redes de tubagens não era o definitivo, existindo assim a eventualidade de o projeto ser alterado em alguns aspetos.	
Integração das prensas de vulcanização	As prensas de vulcanização foram alvo de análise, sendo que se desenhou uma versão modificada das prensas, procurando ir de encontro com os requisitos estabelecidos pela empresa de acolhimento. Importa referir que alguns dos detalhes do projeto das prensas não foram alterados (como é o caso da aproximação entre os tapetes de descarga), devido à falta de resposta (dentro do prazo de entrega da dissertação), por parte do fabricante das prensas.	

Objetivo	Ações tomadas	Avaliação
Integração da <i>Hotte</i> e sistema de transporte de pneus	Os sistemas da <i>Hotte</i> e da rede de tapetes transportadores de pneus foram integrados no <i>layout</i> , e os respetivos desenhos foram adaptados de forma a cumprir os requisitos da empresa de acolhimento.	
Integração da rede elétrica e rede de <i>sprinklers</i>	A rede de <i>sprinklers</i> não foi analisada ao longo da dissertação. No desenvolvimento do projeto, foram realizadas algumas considerações relacionadas com a rede elétrica, no entanto, a mesma não se encontra sinalizada no <i>layout</i> .	
Elaboração do perfil do canal 6B (<i>layout</i>)	Obteve-se um <i>layout</i> final com a integração dos vários sistemas do projeto. Foram analisados os principais problemas relacionados com o mesmo.	

Para além dos pontos referidos nos objetivos mencionados anteriormente, existiram outros pontos que também foram alvo de análise na presente dissertação, nomeadamente, os mecanismos de segurança integrados no *layout*, e o corredor de limpeza que foi analisado, mas não se iniciou a sua fase de projeto devido ao facto de ser um projeto complexo, não sendo compatível com os prazos de entrega da presente dissertação.

Importa salientar que o trabalho realizado permitiu que a empresa de acolhimento conseguisse ter um papel mais ativo no projeto do canal 6B, no sentido de garantir o cumprimento dos requisitos internos, havendo uma maior proximidade às empresas externas, responsáveis pelos diversos projetos de especialidade. Por outro lado, este trabalho possibilitou a antevisão de erros na construção do canal, garantindo assim uma otimização do processo de montagem e de integração de projetos no departamento de vulcanização.

Importa salientar que a concretização da dissertação num contexto de estágio curricular é extremamente benéfico, quer para a empresa de acolhimento, quer para o mestrando, que ganha não só conhecimento técnico, mas também ganha no desenvolvimento pessoal. Dentro deste último aspeto, ressaltam-se os seguintes pontos:

- Cumprimento de horários (pontualidade);
- Trabalho em equipa em ambiente multidisciplinar;
- Desenvolvimento do pensamento crítico e criatividade;
- Flexibilidade cognitiva.

4.1 Proposta de trabalhos futuros

Na impossibilidade de se concretizarem todos os projetos dentro do prazo estipulado, alguns dos sistemas não chegaram a ser desenvolvidos, como é o caso do corredor de limpeza. O projeto do corredor de limpeza necessita de uma fase de avaliação e

seleção de soluções e, numa fase posterior, a execução da modelação 3D e respetivos desenhos técnicos, envolvendo análises estruturais do projeto.

Para além do sistema mencionado, alguns dos projetos integrados poderão ser alvos de otimização, um deles tem a ver com o posicionamento dos pilares da *Hotte* que poderão ser alvo de um estudo mais aprofundado, com respetiva análise estrutural, no sentido de perceber se o seu posicionamento e morfologia podem ser alterados.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] G. Motors. *History of the Automobile*. Acedido em: 6 de junho de 2018. Disponível em: www.gm.ca/media/about/history/en/history_automobile_en_CA.pdf
- [2] R. Santos (2017). Tese de mestrado - *Melhoria do sistema de movimentação do transportador de cunha e posicionamento do tabuleiro de aplicação APEX*. Porto: Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- [3] OICA. (2018). *2017 Production Statistics*. Acedido em: 6 de junho de 2018. Disponível em: www.oica.net/category/production-statistics/2017-statistics/
- [4] L. P. Féria (1999). *A História do Sector Automóvel em Portugal (1895-1995)*, 1. Disponível em: <http://www.gee.gov.pt/wwwbase/wwwinclude/ficheiro.aspx?access=1&tipo=1&id=3945>
- [5] AICEP (2016). *A indústria automóvel e componentes em Portugal Global*, 87. Publicado em: maio de 2016. Acedido em: 30 de maio de 2018. Disponível em: www.portugalglobal.pt
- [6] ENEI. (2013). *Estratégia Nacional de Investigação e Inovação para uma especialização inteligente (2014-2020)*. Acedido em: 8 de junho de 2018. Disponível em: https://www.fct.pt/esp_inteligente/docs/Automoveis_ENEI_Evora.pdf
- [7] AFIA (2018). *Indústria de Componentes para Automóveis em AFIA*, Publicado em: 16 de abril de 2018. Acedido em: 6 de junho de 2018. Disponível em: http://afia.pt/wp-content/uploads/2018/05/AFIA_IndCompAuto_20180416.pdf
- [8] M. Costa (2014). Tese de mestrado - *Otimização do processo de fabrico de componentes para a indústria automóvel*. Porto: Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- [9] M. E. Porter. (1990). *The competitive Advantage of Nations*. *Havard Business Review*.
- [10] APCER. *ISO/TS 16949*. Acedido em: 7 de junho de 2018. Disponível em: <https://www.apcergroup.com/portugal/index.php/pt/certificacao/43/iso-ts-16949>
- [11] A. Magalhães (2017). Tese de mestrado - *Projeto de Sistema de Manipulação de Arames*. Porto: Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- [12] A. Andelković (2017). *Implementation of Just-in-sequence concept in automotive industry - comparison of Austrian and Serbian model*, vol. 45. Sérvia: Industrija.

- [13] A. N. Gent and J. D. Walter (2005). *The Pneumatic Tire*, 1. Washington DC: D. o. Transportation. Disponível em: http://www.safetyresearch.net/Library/ACS_Pneu_Tire.pdf.
- [14] J. E. Mark *et al.* (2005). *Science and Technology of Rubber*, edição 3. Londres: Elsevier Academic Press, p. 743. ISBN 0-12-464786-3.
- [15] L. C. M. Pinto (2017). Tese de mestrado - *Otimização do processo produtivo no setor automóvel - Indústria de Pneus*. Engenharia e Gestão Industrial, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- [16] Continental. (2013). *Tyre basics - passenger car types*. Disponível em: <https://blobs.continental-tires.com/www8/servlet/blob/160650/d2e4d4663a7c79ca81011ab47715e911/download-tire-basics-data.pdf>
- [17] J. G. Sommer (2009). *Engineered Rubber Products*, edição 1. Munique: Hanser Publisher, p. 173. ISBN 978-3-446-41731-1.
- [18] L. AB (2007). *Processing of Elastomeric Materials* em *LÄROVERKET AB*, Publicado em: março de 2015. Acedido em: 25 de julho 2018. Disponível em: http://laroverket.com/wp-content/uploads/2015/03/processing_of_elastomeric_materials.pdf
- [19] R. B. Simpson (2002). *Rubber Basics*, edição 1. Shropshire: Rapra Technology Limited, p. 202. ISBN 1-85957-307-X.
- [20] MatWeb. (2018). *Natural Rubber, Vulcanized (NR, IR, Polyisoprene)*. Acedido em: 30 de novembro de 2018. Disponível em: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=6588439546ac4492965c894dfff3f5da>
- [21] MatWeb. (2018). *ATG s.r.l. IR Synthetic Polyisoprene*. Acedido em: 30 de novembro de 2018. Disponível em: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=ff60dba49b56460c83a43008fd984f4c>
- [22] MatWeb. (2018). *ATG s.r.l. SBR Styrene-Butadiene Rubber*. Acedido em: 30 de novembro de 2018. Disponível em: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=188bf2db05704d629fa677a5b60f4f75>
- [23] A. N. Gent (2001). *Engineering with Rubber*, edição 2. Munique: Hanser Publishers. ISBN 1-56990-299-2.
- [24] S. K. De and J. R. White (2001). *Rubber Technologist's Handbook*, edição 1. Shropshire: Rapra Technology Ltd. ISBN 1-85957-262-6.
- [25] M. Caetano. (2014). *Classificação dos Métodos de Vulcanização*. Acedido em: 4 de junho. Disponível em: https://ctborracha.com/?page_id=7675
- [26] P. A. Cuillo and N. Hewitt (1999). *The Rubber Formulary*, edição 1. Nova Iorque: Noyes Publications. ISBN 0-8155-1434-4.
- [27] M. Pandya *et al.* (2013). *Determination of Time Delay and Rate of Temperature Change during Tyre Curing (Vulcanizing) Cycle*. Gujarat: 3rd Nirma University International Conference.

- [28] C. S. S. R. Kumar and A. M. Nijasure (1997), *Vulcanization of Rubber - How to Alter Molecular Structure and Influence Physical Properties, Resonance*.
- [29] M. Caetano. (2018). *Vulcanização de Pneus*. Acedido em: 8 de junho de 2018. Disponível em: https://ctborracha.com/?page_id=9479
- [30] Gislotica. (2012). *Indústria de pneus: sistemas rotativos*. Acedido em: 7 de junho de 2018. Disponível em: http://www.gislotica.pt/pt/industria_de_pneus.6/sistemas_rotativos.a34.html
- [31] T. T. International. *Supplier Spotlight*. Acedido em: 8 de junho de 2018. Disponível em: www.tiretechnologyinternational.com/directory.php?CompanyID=829
- [32] M. Caetano. *Vulcanização em Prensa de Compressão*. Acedido em: 8 de junho de 2018. Disponível em: www.ctborracha.com/?page_id=7684
- [33] E. S. Menon (2005). *Pipping Calculations Manual*, edição 1. Michigan: McGraw-Hill. ISBN 978-0071440905.
- [34] J. Andrade (2014). Tese de mestrado - *Projeto de Rede de Produção e Distribuição de Vácuo Usado na Vulcanização de Pneus*. Porto: Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [35] E. I. Automation. *Fluid Power and Fluid Control Solutions for tire manufacturing*. Disponível em: <https://www.asco.com/ASCO%20Asset%20Library/asco-tire-manufacturing-brochure.pdf>
- [36] A. Allcock. (2012). *Mould making and mould manufacturing technology*. Acedido em: 8 de junho de 2018. Disponível em: <http://www.machinery.co.uk/machinery-features/mould-making-update>
- [37] Continental. *Curing Bladders*. Acedido em: 8 de junho de 2018. Disponível em: <https://www.continental-tires.com/car/technology/conti-bladders/products/curing-bladders>
- [38] M. Bellander (1998). Tese de mestrado - *Crosslinking of Diene Rubbers Without Vulcanization Agents*. Stockholm: Department of Polymer Technology, Royal Institute of Technology.
- [39] S. Palaty (2002). Tese de doutoramento - *New Accelerator System for Low Temperature Curing of Elastomers*. Kochi: Department of Polymer Science and Rubber Technology, Cochin University of Science and Technology.
- [40] H. Zhang *et al.* (2015), *Effect of curing temperature on properties of semi-vulcanized natural rubber*, *Journal of Elastomers & Plastics*, p. 9.
- [41] Y. Wang *et al.* (2011). *Simulation and optimization of giant radial tire vulcanization process*. International Conference on Advances in Computational Modeling and Simulation.
- [42] M. P. Groover (2010). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems*, edição 4. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0470-467002.

- [43] C. Teles (2017). Tese de mestrado - *Otimização de Layouts e Fluxos Produtivos*. Porto: Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [44] D. Belic *et al.* (2017), *Optimization of the Plant Layout in the Production of the Special Transformers - Case study*, *FME Transactions*.
- [45] Y. Ojaghi *et al.* (2015). *Production Layout Optimization for Small and Medium Scale Food Industry*. Malásia: 12th Global Conference on Sustainable Manufacturing.
- [46] L. C. Santos *et al.* (2012). *Planejamento Sistemático de Layout: adaptação e aplicação em operações de serviços*. *Revista Gestão Industrial*.
- [47] J. A. Thompkins *et al.* (2010). *Facilities Planning*, edição 4. Massachusetts: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0470444047.
- [48] O. Sutari and S. R. U (2014), *Development of Plant Layout using Systematic Layout Planning (SLP) to maximize production - a case study*, *International Journal of Mechanical and Production Engineering*, vol. 2, p. 3.
- [49] R. Raja (2015). Tese de mestrado - *Assembly line design and balancing*. Gothenburg: Department of Product and Production Development, Chalmers University of Technology.
- [50] Autodesk. (2018). *Autocad*. Acedido em: 18 de junho de 2018. Disponível em: www.autodesk.pt/products/autocad/overview
- [51] Autodesk. (2018). *Inventor*. Acedido em: 18 de junho de 2018. Disponível em: www.autodesk.com/products/inventor/features
- [52] D. Systemes. (2018). *Solidworks 2018*. Acedido em: 18 de junho de 2018. Disponível em: www.solidworks.com
- [53] D. Systemes. *Catia*. Acedido em: 2 de julho de 2018. Disponível em: www.3ds.com/products-services/catia/
- [54] PTC. (2018). *CREO*. Acedido em: 2 de julho de 2018. Disponível em: www.ptc.com/en/products/cad/creo
- [55] G. Boothroyd *et al.* (2002). *Product Design for Manufacture and Assembly*, edição 2. New York: Marcel Dekker. ISBN 978-1420089271.
- [56] G. Boothroyd and P. Dewhurst (1984). *Design for Assembly*, 1. Disponível em: http://www-personal.umich.edu/~bobden/me450_dfa.pdf
- [57] NASA (2007). *Systems Engineering Handbook*. Disponível em: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf
- [58] K. G. Swift and J. D. Booker (2003). *Process Selection*, edição 2. Londres: Butterwoth Heinemann. ISBN 0 7506 5437 6.
- [59] G. Rushton *et al.* (2002). *Systems Engineering Approach for Modeling an Organizational Structure*. Washington DC: INCOSE International Symposium.
- [60] S. M. College (2001). *Systems Engineering Fundamentals*, Virginia: D. o. Defense. Disponível em:

https://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-885j-aircraft-systems-engineering-fall-2005/readings/sefguide_01_01.pdf.

- [61] Continental. (2018). *Our History*. Acedido em: 18 de junho de 2018. Disponível em: www.continental-corporation.com/en/company/history
- [62] C. AG. (2018). *Factos & Números*. Acedido em: 18 de junho de 2018. Disponível em: www.continental-pneus.pt/ligeiros/empresa/sobre-nós/corporativo
- [63] Mabor. (2018). *Sobre a Mabor*. Acedido em: 18 de junho de 2018. Disponível em: www.mabor.pt/ligeiros/the-brand
- [64] C. AG. (2016). *Continental investe cerca de 50 milhões de euros na produção de pneus radiais agrícolas*. Acedido em: 18 de junho de 2018. Disponível em: <https://www.continental-corporation.com/pt-pt/imprensa/comunicados-de-imprensa/continental-investe-cerca-de-50-milh%C3%B5es-de-euros-na-produ%C3%A7%C3%A3o-de-pneus-radiais-agr%C3%ADcolas-73586>
- [65] H.-F. M. GmbH. (2018). *HF Group*. Acedido em: 12 de agosto de 2018. Disponível em: <https://www.hf-group.com/en/>
- [66] *EN 16474 (Plastics and rubber machines - Tyre curing presses - Safety requirements)*, 2015.
- [67] *ISO 7268 (Pipe components - Definition of nominal pressure)*, 1984.
- [68] Basor (2016). Calha perfurada MRE H60. Acedido em: Disponível em: <http://www.basor.com/ecatalogo/index.php?idioma=6&pk=9>
- [69] *DIN 2448 (Seamless Steel Pipes and tubes - dimensions, conventional masses per unit length)*, 1981.
- [70] Tubinox Acessórios aço inoxidável para soldar. Acedido em: Disponível em: <http://www.tubinox.pt/categorias/15>
- [71] Açoval (2016). Flanges. Acedido em: Disponível em: <http://www.acoval.com.br/flanges-2/>
- [72] R. A. Parisher and R. A. Rhea (2002). *Pipe Drafting and Design*, edição 2nd. Butterworth-Heinemann. ISBN 0-7506-7439-3.
- [73] *DIN EN 1092-1 (Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 1: Steel flanges)*, 2016.
- [74] *DIN EN 1514-2 (Flanges and their joints - Gaskets for PN-designated flanges - Part 2: Spiral wound gaskets for use with steel flanges)*, 2014.
- [75] *ISO 13855 (Safety of machinery - Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body)*, 2010.

ANEXOS

Anexo A – Fichas técnicas

Anexo B – Desenhos técnicos

Anexo C – *Layouts*

Anexo D – Documentos de análise ao projeto

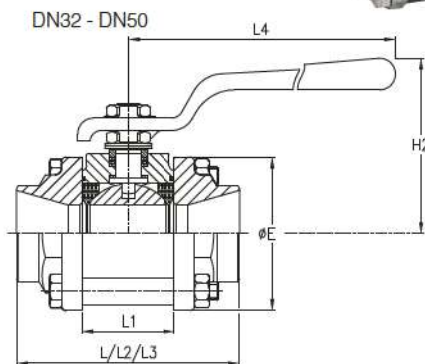
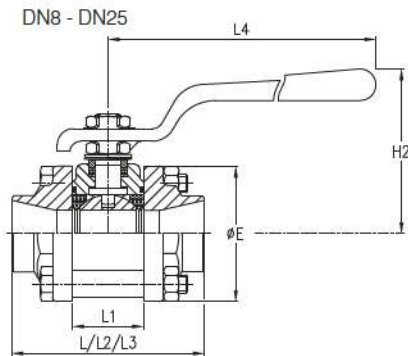
Anexo E – Documentos da empresa de acolhimento

6 ANEXOS

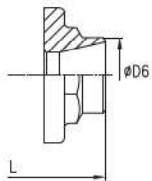
ANEXO A – Fichas Técnicas

Series R

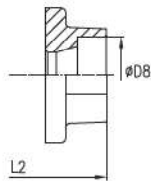
3 Piece ball valves with integrated handle DN8 - DN50
Butt weld, threaded, socket weld and flanged version



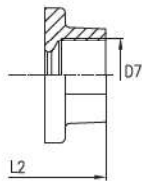
Available end connection options:



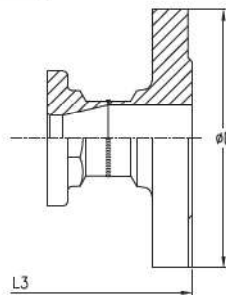
Butt weld: CBS



Socket weld: CBSW



Threaded: CBG



Flanged: CBF
(Cast versions available on request)

Design features

- Swing out body for easy maintenance
- Flexible installation features due to modular design
- Rugged design
- Reduced and full bore options available
- Stainless and carbon steel trim
- Forged end connections
- Cast and forged body materials
- Wide variety of seat material options available

Detailed technical information

- Threaded ends: (CBG), CBG according ISO 288-1, CBG conical according ISO 7 and NPT according ANSI B 1.20
- Socked weld (CBSW): Female socket weld ANSI B16.11
- Butt weld (CBS): ISO, DIN, ASME, OD, extended OD
- Flanged (CBF): Cast and forged design EN 1092-1, EN 1759-1. Standard Face-to-Face according EN 558 Series 1
- Design codes: DIN 3840, EN 13445
- DN8 - DN50: Forged bodies (forged up to DN100 on request). Larger sizes in cast body material.
- Special end connections are available on request
- Pressure rating: PN10 - PN100

Dimensions in mm

DN	L	L1	L2	L3	L4	H2	øE	øD	øD6	D7	øD8	Ball bore	Weight In Kg		
													CBS	CBSW	CBF
													series 1		
8	65	20.4	65	-	140	53	45	-	13.5	1/4"	14.2	11.1	0.5	0.5	-
10	65	20.4	65	130	140	53	45	90	17.2	3/8"	17.6	11.1	0.5	0.5	2.2
15	65	20.4	65	130	140	53	45	95	21.3	1/2"	21.8	11.1	0.5	0.5	2.2
20	72.5	24.5	72.5	150	140	56	52	105	26.9	3/4"	27.4	14.2	0.8	0.9	3.1
25	85.4	31.4	85.4	160	180	73	60	115	33.7	1"	34.2	20.6	1.3	1.4	3.9
32	99.3	41.3	99.3	180	180	78	68	140	42.4	1 1/4"	43	25.4	1.9	1.9	6.1
40	110.4	48.4	110.4	200	200	90	76	150	48.3	1 1/2"	49	31.7	2.8	2.8	7.4
50	126.3	56.3	126.3	230	200	95	88	165	60.3	2"	61.1	38	3.9	4.1	10

Notes

- All dimensions are related to reduced bore valves For full bore valves please apply the dimensions of the next diameter (except L3, øD, øD6, D7 and øD8 which is identical in both instances)

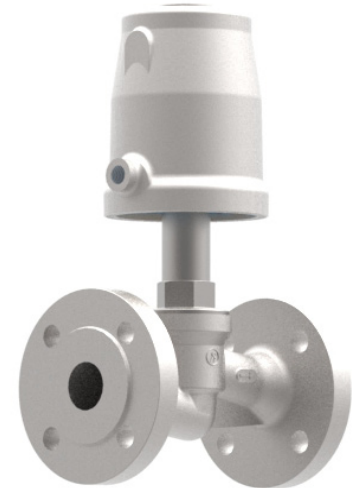
Flanged Valve HT220 7032

DN 15 up to DN 50



Pneumatically operated angle seat valves for the control of fluids of up to 220°C.

- Compact design
- Unaffected by lightly contaminated media
- For temperatures up to +220°C
- Working pressures up to 40 bar
- Versatile actuators
- Preferred usage: steam applications



Technical Information

Nominal sizes	DN 15 up to DN 50
Body material	1.4408 and 1.4436 (CF8M)
Connection	Flanges acc. DIN EN 1092-1 Flanges acc. ANSI #150
Dimensions	acc. DIN EN 558-1 Row 1 acc. ANSI/ISA-75.08.01
Nominal pressure	PN 40, ANSI #150
Max. fluid temperature*	0°C up to +220°C
Seating seal	PEEK-7 (T<160°C) PEEK-8 (T>160°C)
Ambient temperature*	-15°C up to +60°C
Viscosity of media	maximum 600 mm ² /s (600cSt, 80°E)
working pressure	See tables and diagrams, limitation for dangerous gases acc. Pressure equipment directive 97/23/EG (category I): PS x DN < 1000

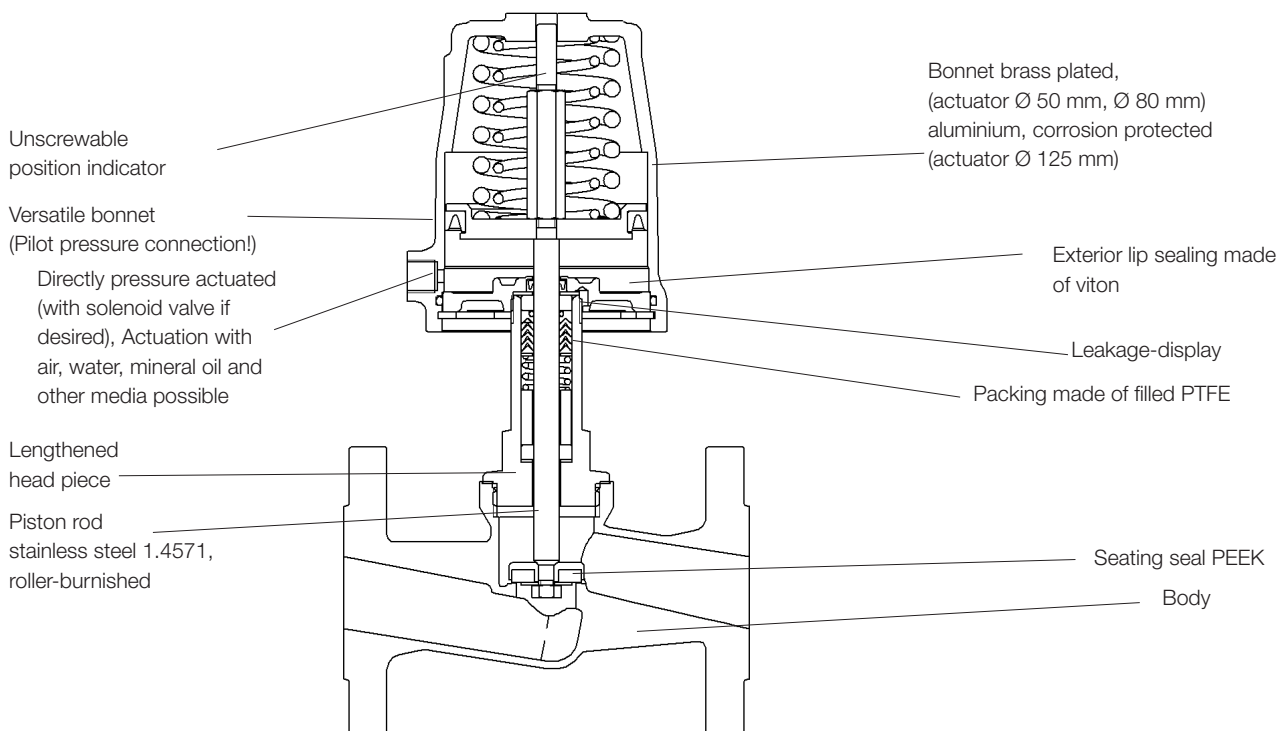
*: Please consider further temperature versions and limits in technical bulletin 32



Options

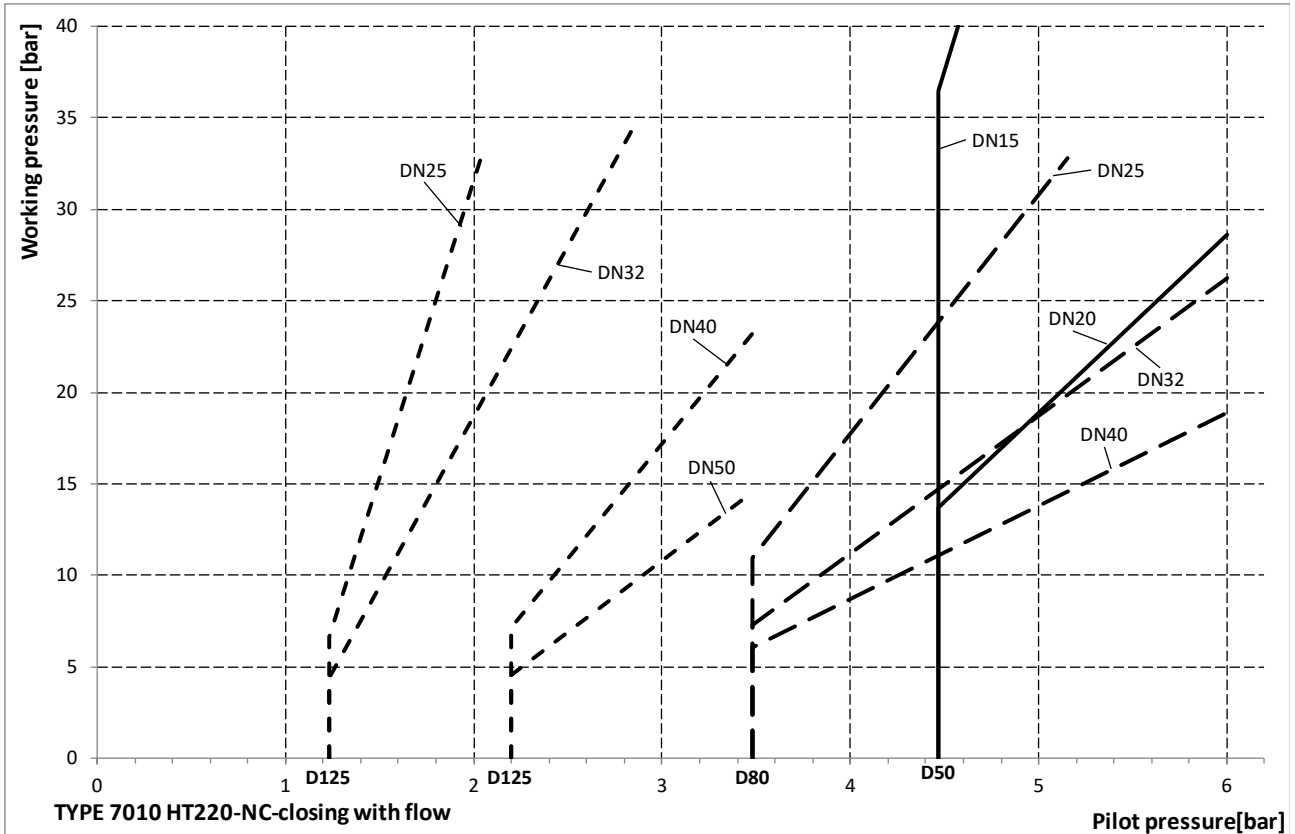
- e.g.:
- Limit switches
 - inductive proximity switches
 - electrical contact switches
 - Solenoid valves
 - Additional manual operation

Normally closed



Flanged Valve HT220 7032

Angle seat valves NC, closing with flow. Preferred usages are gaseous media, with liquids closure strokes may occur.
Seating seal PEEK-7 (T<160°C) and PEEK-8 (T>160°C).

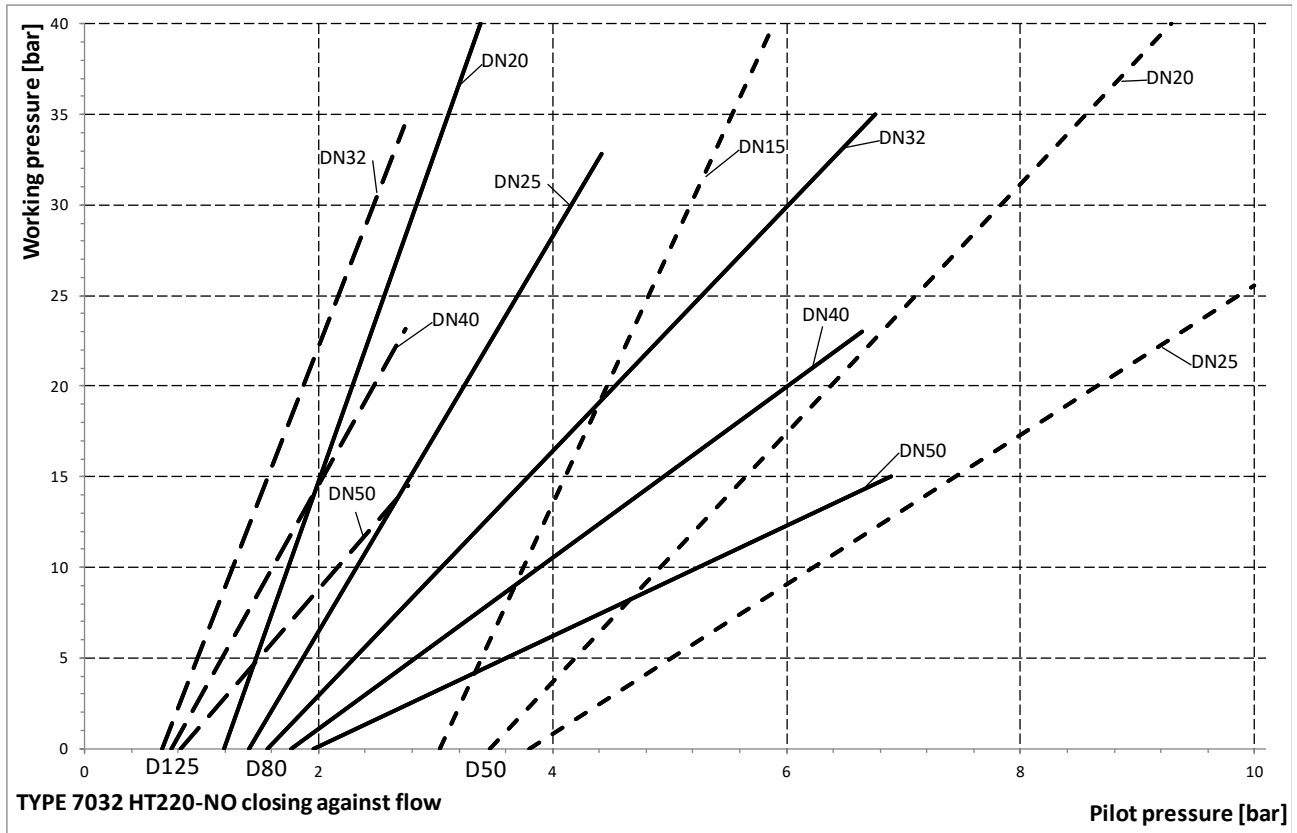


Spring set for version „closing with flow“:

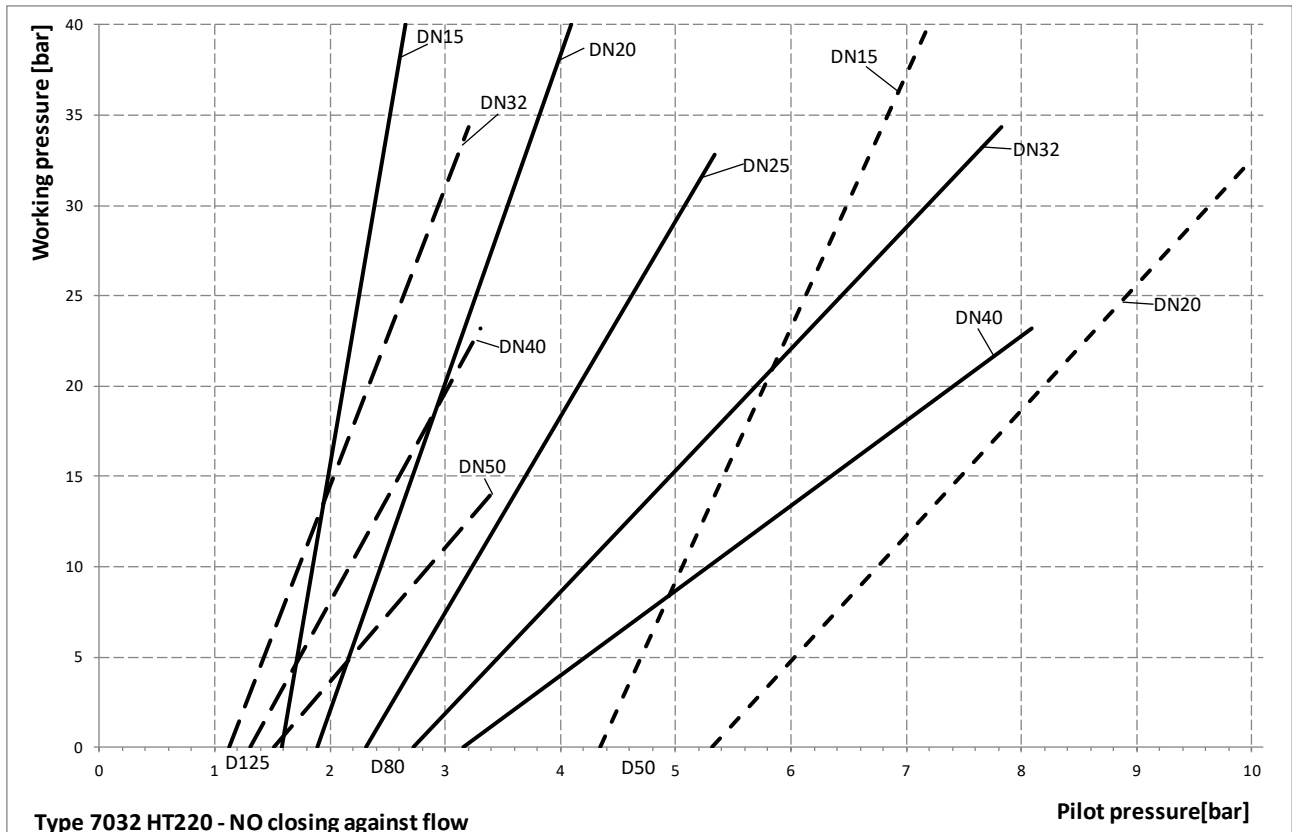
actuator D50:		2 springs
actuator D80:		1 strong spring
actuator D125:	DN25-32	1 strong spring
actuator D125:	DN40-50	2 strong springs

Flanged Valve HT220 7032

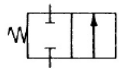
Angled seat valve NO, closing against flow. Seating seal PEEK-8 (T>160°C).



Angled seat valve NO, closing against flow. Seating seal PEEK-7 (T<160°C).



Flanged Valve HT220 7032



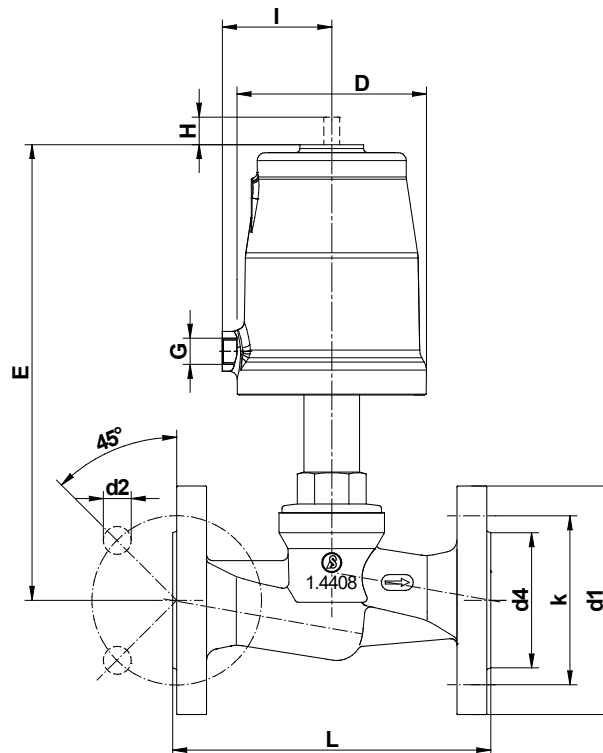
Angle seat valves, NC, closing against flow. Usage for fluid and gaseous media.

DN	Max. working pressure (differential pressure) bar		Pilot pressure bar	Actuator Ø mm	Springs
	PEEK-7 (T<160°C)	PEEK-8 (T>160°C)			
15	-	11	3,5-10	D50	1
15	4,9	23	4,5-10	D50	2
15	17	35	5,7-10	D50	3
20	-	7,4	4,5-10	D50	2
20	-	13	5,7-10	D50	3
20	22	35	3,5-10	D80	1
20	35	40	4,4-10	D80	2
25	8,4	18	3,5-10	D80	1
25	15	25	4,4-10	D80	2
25	24	32	5,6-10	D80	3
32	-	9,7	3,5-10	D80	1
32	6,3	14	4,4-10	D80	2
32	11	19	5,6-10	D80	3
32	-	8,4	1,3-10	D125	1
32	13	20	2,2-10	D125	2
32	22	30	3,1-10	D125	3
40	-	8	4,4-10	D80	2
40	4,3	10	5,6-10	D80	3
40	6,1	12	2,2-10	D125	2
40	11	18	3,1-10	D125	3
Reinforced design					
40	17	23	2,2 - 6	D250	6
50	-	6,4	5,6 - 10	D80	3
50	-	7,6	2,2 - 10	D125	2
50	5,9	11	3,1 - 10	D125	3
50	9,5	14	2,2 - 6	D250	6
50	13	18	2,7 - 6	D250	8

Flanged Valve HT220 7032

with piston actuator

Dimensions and Weights



DIN-flange

DN	Actuator	L	D	d	d1	d2	k	E	G	Stroke	I	Kvs-Value	Weight (kg)
15	50	130	62	95	45	14	65	169	1/8"	12	34,5	3,1	3,2
20	50	150	62	105	58	14	75	174	1/8"	15,5	34,5	6,5	4
25	50	160	62	115	68	14	85	191	1/8"	15,5	34,5	12	4,6
25	80	160	98	115	68	14	85	228	1/4"	20	55	12	6,2
32	50	180	62	140	78	18	100	195	1/8"	15,5	34,5	17	6,2
32	80	180	98	140	78	18	100	232	1/4"	23	55	17,5	7,7
32	125	180	144	140	78	18	100	258	1/4"	23	80	17,5	9,9
40	50	200	62	150	88	18	110	201	1/8"	15,5	34,5	25	7,3
40	80	200	98	150	88	18	110	239	1/4"	28,5	55	25	8,8
40	125	200	144	150	88	18	110	264	1/4"	28,5	80	25	11
Reinforced design													
40	50	200	62	150	88	18	110	216	1/8"	15,5	34,5	25	7,4
40	80	200	98	150	88	18	110	254	1/4"	28,5	55	25	8,9
40	125	200	144	150	88	18	110	279	1/4"	28,5	80	25	11,1
50	80	230	98	165	102	18	125	278	1/4"	30	55	40	10,9
50	125	230	144	165	102	18	125	303	1/4"	30	80	40	13,1

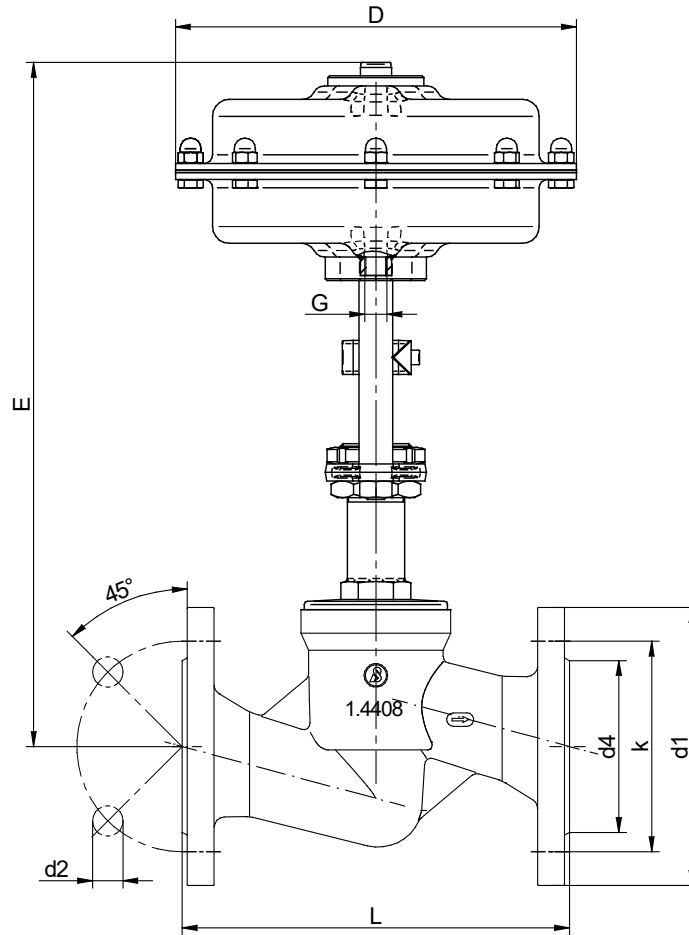
flange #ANSI 150 face to face dimensions acc. ANSI/ISA-75.08.01

DN	Antrieb	L	D	d	d1	d2	k	E	G	Hub	I	Kvs-Werte	Gewicht (kg)
15	50	184	62	88,9	35,1	15,7	60,5	169	1/8"	12	34,5	3,1	2,5
20	50	184	62	98,6	42,9	15,7	69,9	174	1/8"	15,5	34,5	6,5	3,3
25	50	184	62	108	50,8	15,7	79,2	191	1/8"	15,5	34,5	12	3,9
25	80	184	98	108	50,8	15,7	79,2	228	1/4"	20	55	12	5,5
32	50	200	62	117,3	63,5	15,7	88,9	195	1/8"	15,5	34,5	17	5,5
32	80	200	98	117,3	63,5	15,7	88,9	232	1/4"	23	55	17,5	7
32	125	200	144	117,3	63,5	15,7	88,9	258	1/4"	23	80	17,5	9,2
40	50	222	62	127	73,2	15,7	98,6	201	1/8"	15,5	34,5	25	6,6
40	80	222	98	127	73,2	15,7	98,6	239	1/4"	28,5	55	25	8,1
40	125	222	144	127	73,2	15,7	98,6	264	1/4"	28,5	80	25	10,3
Reinforced design													
40	50	222	62	127	73,2	15,7	98,6	216	1/8"	15,5	34,5	25	7,4
40	80	222	98	127	73,2	15,7	98,6	254	1/4"	28,5	55	25	8,9
40	125	222	144	127	73,2	15,7	98,6	279	1/4"	28,5	80	25	11,1
50	80	254	98	152,4	91,9	19,1	120,7	278	1/4"	30	55	40	10,1
50	125	254	144	152,4	91,9	19,1	120,7	303	1/4"	30	80	40	12,3

Flanged Valve HT220 7032

with diaphragm actuator

Dimensions and Weights



DIN-flange

DN	Actuator	L	d1	d2	d4	k	D	E	G	Stroke	Kvs-value	Weight (kg)
40	250	200	150	18	88	110	238	411	G1/4"	25	25	17,8
50	250	230	165	18	102	125	238	407	G1/4"	25	40	20

Flange #ANSI 150 face to face dimension acc. ANSI/ISA-75.08.01

DN	Actuator	L	d1	d2	d4	k	D	E	G	Stroke	Kvs-value	Weight (kg)
40	250	222	127	15,7	73,2	98,6	238	411	G 1/4"	25	25	17,8
50	250	254	152,4	19,1	91,9	102,7	238	407	G 1/4"	25	40	20

Text and pictures are not binding. We reserve the right, to alter the equipment.

Series 240

Type 3241-1 and Type 3241-7 Pneumatic Control Valves Type 3241 Globe Valve

ANSI version

SAMSON

Application

Control valve for process engineering and industrial applications

Valve size	NPS ½ to 12
Pressure rating	Class 125 to 300
Temperatures	-325 to +842 °F (-196 to +450 °C)



Type 3241 Globe Valve operated with

- Type 3271 Pneumatic Actuator (Type 3241-1 Control Valve)
- Type 3277 Pneumatic Actuator (Type 3241-7 Control Valve)

Valve body made of

- Cast iron
- Cast steel, cast stainless steel or cast cold-resisting steel
- Forged steel or forged stainless steel
- Special materials

Undivided valve bonnet up to NPS 6

Valve plug

- Metal seal
- Soft seal
- High-performance metal seal

The control valves, designed according to the modular assembly principle, can be equipped with various accessories: Positioners, limit switches, solenoid valves and other accessories according to IEC 60534-6-1 and NAMUR recommendation. Refer to Information Sheet ▶ T 8350 for more details.

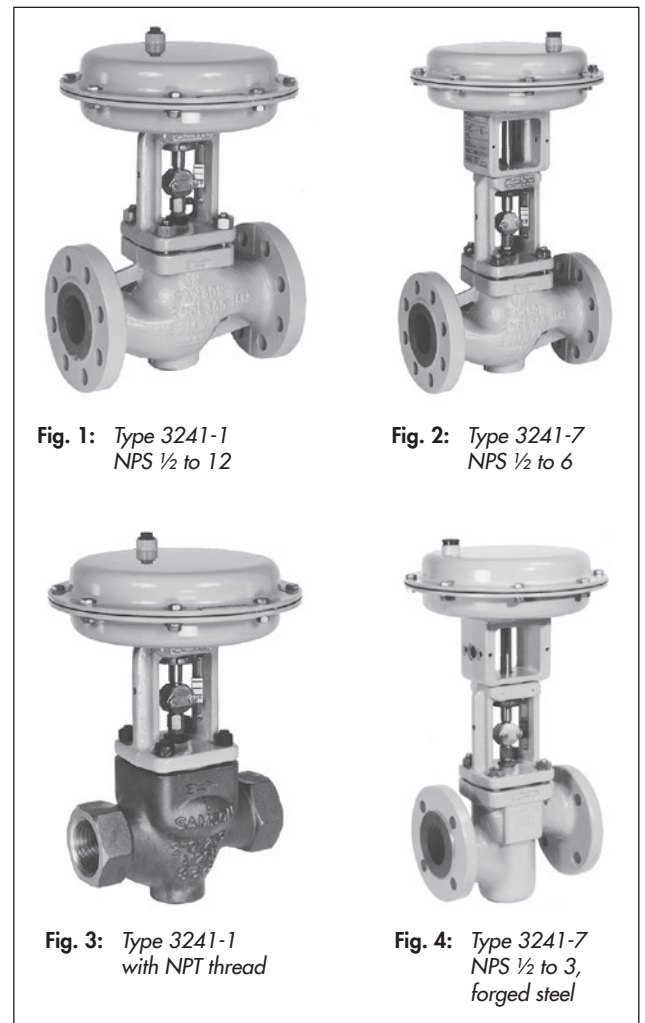
Versions

Standard version for temperatures ranging from -15 to 430 °F (-10 to +220 °C)

- **Type 3241-1** (Fig. 1, Fig. 3) · NPS ½ to 12 · With Type 3271 Pneumatic Actuator (see Data Sheets ▶ T 8310-1, ▶ T 8310-2, and ▶ T 8310-3)
- **Type 3241-7** (Fig. 2, Fig. 4) · NPS ½ to 6 · With Type 3277 Pneumatic Actuator for integral positioner attachment (see Data Sheet ▶ T 8310-1)

Further versions

- **NPT threaded connections** (Fig. 3) · NPS ½ to 2, Class 250
- **Adjustable packing** · See Information Sheet ▶ T 8000-1
- **Flow divider or AC-1/AC-2 Trim** for noise reduction · See Data Sheets ▶ T 8081 and ▶ T 8082
- **Valve plug with pressure balancing** · See Technical data
- **Insulating section or bellows seal** · See Technical data
- **Heating jacket** · On request
- **Stainless steel actuator** · See Data Sheet ▶ T 8310-1



- **Additional handwheel** · See Data Sheets ▶ T 8310-1, ▶ T 8310-2, and ▶ T 8310-3
- **Type 3241 PSA** · Version for pressure swing adsorption plants · See Data Sheets ▶ T 8012-1 and ▶ T 8015-1
- **Typetested version** · For heating systems (▶ T 8016) or DIN/DVGW-tested version for gas (▶ T 8020)
- **DIN version** (▶ T 8015)

- **JIS version** with dimensions according to Japanese Industry Standard (JIS) (▶ T 8012-2)
- **NACE version for sour gas applications** · On request

Principle of operation

The medium flows through the valve in the direction indicated by the arrow. The valve plug position determines the cross-sectional area between the seat and plug.

Fail-safe position

Depending on how the springs are arranged in the pneumatic actuator (see Data Sheets ▶ T 8310-1, ▶ T 8310-2, and ▶ T 8310-3), the valve has two different fail-safe positions effective upon air supply failure:

- **Actuator stem extends (fail-close)**
The valve closes when the supply air fails.
- **Actuator stem retracts (fail-open)**
The valve opens when the supply air fails.

Differential pressures

Permissible differential pressures are listed in Information Sheet ▶ T 8000-4.

Fig. 5 to Fig. 8 show configuration examples.

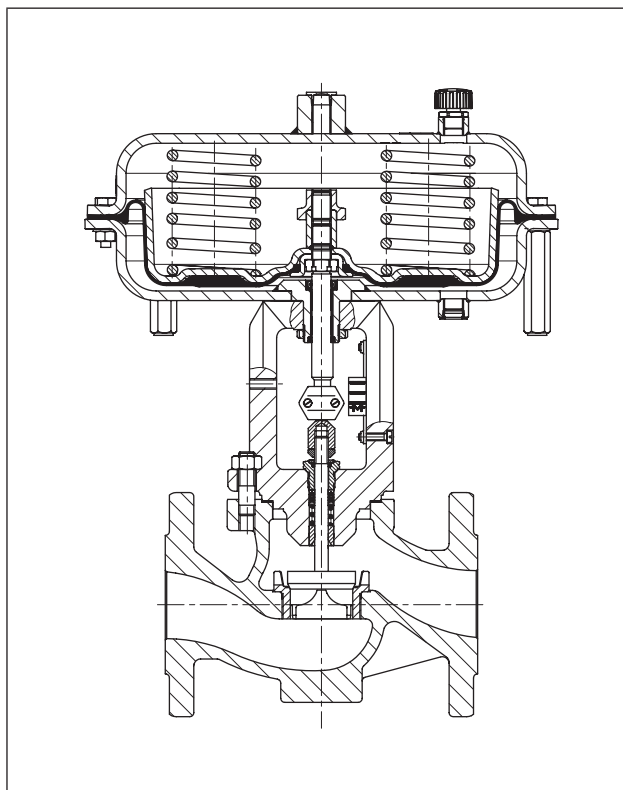


Fig. 5: Type 3241-1 Control Valve, NPS ½ to 6, with Type 3271 Actuator

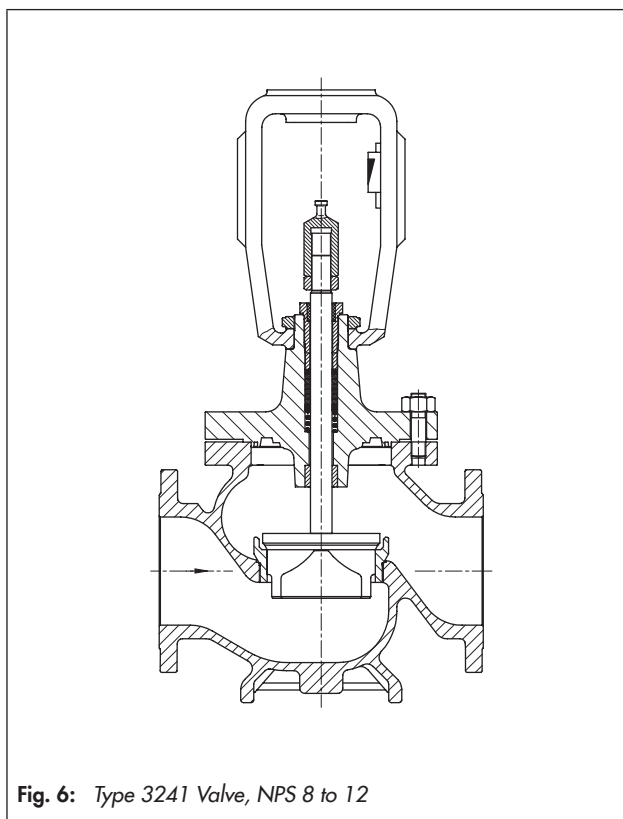


Fig. 6: Type 3241 Valve, NPS 8 to 12

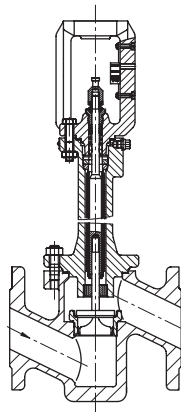


Fig. 7: Type 3241 Valve, forged steel version, NPS 1/2 to 3, with bellows seal

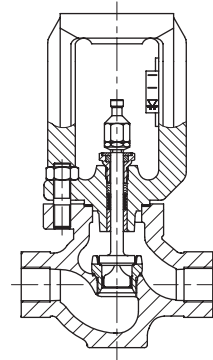


Fig. 8: Type 3241 Valve, NPS 1/2 to 2 with NPT thread

Table 1: Technical data

Valve size	NPS	1 to 6	1/2 to 2	1/2 to 12			1/2, 1, 1 1/2, 2, 3 ²⁾		
ASTM material		Cast iron A 126 B		Cast steel A216 WCC	Cast stainless steel A351 CF8M	Cast steel A352 LCC	Cast stainless steel A351 CF8	Forged steel A105	Forged stainless steel A182 F316
Pressure rating	Class	125	250	150/300			300		
Type of connection	Flanges	FF	–	RF ¹⁾			RF ¹⁾		
	Welding ends	–	–	DIN EN 12627 Fig. 2 Only for NPS 1, 1 1/2, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12			–		
	Thread	–	NPT	–			–		
Seat-plug seal		Metal seal · Soft seal · High-performance metal seal							
Characteristic		Equal percentage · Linear (according to Information Sheet ▶ T 8000-3)							
Rangeability		50:1 for NPS 1/2 to 2 · 30:1 for NPS 2 1/2 to 6 · 50:1 for NPS 8 and larger							
Heating jacket		Class 150							
Compliance		CE · EAC							
Temperature ranges in °C (°F) · Permissible operating pressures acc. to pressure-temperature diagram (see Information Sheet ▶ T 8000-2)									
Body without insulating section		–10 to +220 °C (15 to 430 °F)							
Body with	Insulating section	Short in °C (°F)	–29 to +232 (–20 to +449)	–29 to +427 (–20 to +800)	–50 to +450 (–58 to +842)	–46 to +343 (–50 to +650)	–50 to +300 (–58 to +572)	–29 to +427 (–20 to +800)	–50 to +450 (–58 to +842)
		Long in °C (°F)	–	–	–196 to +450 (–325 to +842)	–	–196 to +300 (–325 to +572)	–	–196 to +450 (–325 to +842)
	Bellows seal	Short in °C (°F)	–29 to +232 (–20 to +449)	–29 to +427 (–20 to +800)	–50 to +427 (–58 to +800)	–46 to +343 (–50 to +650)	–50 to +300 (–58 to +572)	–29 to +427 (–20 to +800)	–50 to +450 (–58 to +842)
		Long in °C (°F)	–	–	–196 to +427 (–325 to +800)	–	–196 to +300 (–325 to +572)	–	–196 to +450 (–325 to +842)
Valve plug	Standard	Metal seal	–196 to +450 °C (–325 to +842 °F)						
		Soft seal	–196 to +220 °C (–325 to +428 °F)						
	Balanced	With PTFE ring	–50 to +220 °C (–58 to +428 °F) · Lower temperatures on request						
		With graphite ring	220 to 450 °C (428 to 842 °F)						
Leakage class according to ANSI/FCI 70-2									
Valve plug	Standard	Metal seal	Standard: IV · High-performance metal seal: V						
		Soft seal	VI						
	Balanced	Metal seal	Standard IV · With PTFE or graphite balancing ring Special version V · For high-performance (only with PTFE balancing ring) on request						

¹⁾ Other versions on request

²⁾ NPS 3 only in A 105

Table 2: Materials

Valve body ¹⁾	Cast iron A 126 B	Cast steel A216 WCC	Cast stainless steel A351 CF8M	Cast steel A352 LCC	Cast stainless steel A351 CF8	Forged steel A105	Forged stainless steel A182 F316
Valve bonnet	A105/ A 126 B	A105/ A216 WCC	A182 F316 A351 CF8M	A350 LF2 A352 LCC	A182 F304 A351 CF8	A105	A182 F316/ A182 F316L
Seat ²⁾	Cr steel UNS S41000/1.4008		A 182 F316L/ A 351 CF3M	Cr steel UNS S41000/ 1.4008	A182 F304/ A 351 CF8	Cr steel UNS S41000/ 1.4008	A182 F316L/ A351 CF3M
Plug ²⁾	Cr steel UNS S41000 (A182 F316L)/1.4008		A 182 F316L/ A 351 CF3M	Cr steel UNS S41000 (A182 F316L)/ 1.4008	A182 F304/ A351 CF8	Cr steel UNS S41000 (A182 F316L)/ 1.4008	A182 F316L/ A351 CF3M
Plug seal	Seal ring for soft-seated plug: PTFE with glass fiber						
	Seal ring for balanced plug: PTFE with carbon or graphite ring					-	
Guide bushings	A 582 430 F		316L/ A182 F316L	316L/ A182 F316L	A182 F304	A 582 430F	316L/ A182 F316L
Packing ³⁾	V-ring packing: PTFE with carbon · Spring: A479 302						
Body gasket	Graphite on metal core						
Insulating section	A105	A105	A182 F316/ A182 F316L	A350 LF2	A182 F304	A105	A182 F316/ A182 F316L
Metal bellows seal							
Intermediate piece	A105	A105	A182 F316/ A182 F316L	A350 LF2	A182 F304	A105	A182 F316/ A182 F316L
Metal bellows	1.4571 ⁴⁾				A182 F321	1.4571	
Heating jacket	-		A182 F316L				

¹⁾ Special materials for applications with sea water: N 08904, duplex A 995 4 A; nickel-based alloy: A 494 LW-21M; other special materials on request

²⁾ Seats and metal-seated plug also with Stellite® facing; for ≤ NPS 4 plug up to seat bore 38 made of solid Stellite® available.

³⁾ Other packings on request (► T 8000-1)

⁴⁾ Other materials on request

Ordering text

Globe valve	Type 3241
Valve size	NPS ...
Pressure rating	Class ...
Body material	According to Table 2
Type of connection	Flanges (RF or FF), welding ends or NPT thread
Seat-plug seal	Soft seal, metal seal or high-performance metal seal
Characteristic	Equal percentage or linear
Pneumatic actuator	Type 3271 or Type 3277
Fail-safe position	Fail-close or fail-open
Process medium	Density and temperature
Max. flow rate	in kg/h or m ³ /h
Pressure	p ₁ and p ₂ in bar or psi (absolute pressure)
Valve accessories	Positioner and/or limit switch

Table 3: C_v and K_{VS} coefficientsTerms for control valve sizing according to IEC 60534, Parts 2-1 and 2-2: $F_L = 0.95$, $X_T = 0.75$ Conversion of flow coefficients: C_v (US gallons/min.) = $1.17 \times K_{VS}$ (m³/h) or $K_{VS}/C_v = 0.865$ **Table 3.1:** Overview with flow divider ST 1 (C_v1/K_{VS1}), ST 2 (C_v2/K_{VS2}) and ST 3 (C_v3/K_{VS3})

C_v	0.12	0.2	0.3	0.5	0.75	1.2	2	3	5	7.5	12	20	30	47	70	95	120	190	300	290	420	735	1150	1730			
K_{VS}	0.1	0.16	0.25	0.4	0.63	1.0	1.6	2.5	4.0	6.3	10	16	25	40	60	80	63	100	160	260	250	360	630	1000	1500		
C_v1	-	-	-	-	-	-	1.7	2.6	4.2	7	10.5	17	26	42	62	85	67	105	170	275	265	375	650	1040	1560		
K_{VS1}	-	-	-	-	-	-	1.45	2.2	3.6	5.7	9	14.5	22	36	54	72	57	90	144	234	225	320	560	900	1350		
C_v2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.5	15	23	37	56	-	60	95	145	245	235	335	580	950	1400		
K_{VS2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	13	20	32	48	-	50	80	125	210	200	290	500	800	1200		
C_v3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	14	23	35	-	-	55	90	140	-	220	315	560	880	1280		
K_{VS3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	12	20	30	-	-	47	75	120	-	190	270	480	750	1100		
Seat (ØD)	in	0.12			0.24			0.47			0.945			1.22	1.5	1.9	2.48	3.15	2.48	3.15	3.94	5.12	4.92	5.91	7.87	9.84	11.8
	mm	3			6			12			24			31	38	48	63	80	63	80	100	130	125	150	200	250	300
Travel	in	0.59															1.18					2.36			4.72		
	mm	15															30					60			120		

Table 3.2: Versions without flow divider (C_v/K_{VS}) · Areas highlighted in gray indicate versions also with pressure balancing

C_v	0.12	0.2	0.3	0.5	0.75	1.2	2	3	5	7.5	12	20	30	47	70	95	120	190	300	290	420	735	1150	1730	
K_{VS}	0.1	0.16	0.25	0.4	0.63	1.0	1.6	2.5	4.0	6.3	10	16	25	40	60	80	63	100	160	260	250	360	630	1000	1500
NPS	DN																								
1/2	15	•	•	•	•	•	•	•	•																
3/4	20	•	•	•	•	•	•	•	•	•															
1	25	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•														
1 1/2	40				•	•	•	•	•	•	•	•													
2	50				•	•	•	•	•	•	•	•	•												
2 1/2	65												•	•	•										
3	80												•	•	•	•		• ¹⁾	•						
4	100																	•	•	•					
6	150																	•	•	•	•				
8	200																		•	•		•	•	•	
10	250																		•	•		•	•	•	•
12	300																		•		•	•	•	•	•

¹⁾ With 19 mm overtravel (not with bellows seal)**Table 3.3:** Versions with flow divider ST 1 (C_v1/K_{VS1}) · Areas highlighted in gray indicate versions also with pressure balancing

C_v1							1.7	2.6	4.2	7	10.5	17	26	42	62	85	67	105	170	275	265	375	650	1040	1560	
K_{VS1}							1.45	2.2	3.6	5.7	9	14.5	22	36	54	72	57	90	144	234	225	320	560	900	1350	
NPS	DN																									
1/2	15						•	•	•																	
3/4	20						•	•	•																	
1	25						•	•	•																	
1 1/2	40									•	•	•	•													
2	50									•	•	•	•	•												
2 1/2	65												•	•	•											
3	80												•	•	•	•										
4	100																	•	•	•						
6	150																	•	•	•	•					
8	200																		•	•		•	•	•		
10	250																		•	•		•	•	•	•	
12	300																		•		•	•	•	•	•	

Table 3.1: Overview with flow divider ST 1 (C_V1/K_{VS1}), ST 2 (C_V2/K_{VS2}) and ST 3 (C_V3/K_{VS3})

C_V	0.12	0.2	0.3	0.5	0.75	1.2	2	3	5	7.5	12	20	30	47	70	95	75	120	190	300	290	420	735	1150	1730	
K_{VS}	0.1	0.16	0.25	0.4	0.63	1.0	1.6	2.5	4.0	6.3	10	16	25	40	60	80	63	100	160	260	250	360	630	1000	1500	
C_V1	-	-	-	-	-	-	1.7	2.6	4.2	7	10.5	17	26	42	62	85	67	105	170	275	265	375	650	1040	1560	
K_{VS1}	-	-	-	-	-	-	1.45	2.2	3.6	5.7	9	14.5	22	36	54	72	57	90	144	234	225	320	560	900	1350	
C_V2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.5	15	23	37	56	-	60	95	145	245	235	335	580	950	1400	
K_{VS2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	13	20	32	48	-	50	80	125	210	200	290	500	800	1200	
C_V3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	14	23	35	-	-	55	90	140	-	220	315	560	880	1280	
K_{VS3}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	12	20	30	-	-	47	75	120	-	190	270	480	750	1100	
Seat ($\varnothing D$)	in	0.12		0.24			0.47			0.945			1.22	1.5	1.9	2.48	3.15	2.48	3.15	3.94	5.12	4.92	5.91	7.87	9.84	11.8
	mm	3		6			12			24			31	38	48	63	80	63	80	100	130	125	150	200	250	300
Travel	in	0.59												1.18			2.36			4.72						
	mm	15												30			60			120						

Table 3.4: Versions with flow divider ST 2 (C_V2/K_{VS2}) · Areas highlighted in gray indicate versions also with pressure balancing

C_V2	-										9.5	15	23	37	56	-	60	95	145	245	235	335	580	950	1400		
K_{VS2}	-										8	13	20	32	48	-	50	80	125	210	200	290	500	800	1200		
NPS	DN																										
1/2	15																										
3/4	20																										
1	25																										
1 1/2	40																										
2	50																										
2 1/2	65																										
3	80																										
4	100																										
6	150																										
8	200																										
10	250																										
12	300																										

Table 3.5: Versions with flow divider ST 3 (C_V3/K_{VS3}) · Areas highlighted in gray indicate versions also with pressure balancing

C_V3	-										9	14	23	35	-	-	55	90	140	-	220	315	560	880	1280		
K_{VS3}	-										7.5	12	20	30	-	-	47	75	120	-	190	270	480	750	1100		
NPS	DN																										
1/2	15																										
3/4	20																										
1	25																										
1 1/2	40																										
2	50																										
2 1/2	65																										
3	80																										
4	100																										
6	150																										
8	200																										
10	250																										
12	300																										

¹⁾ Not with bellows seal or insulating section

Table 4: Dimensions and weights for standard version of Type 3241-1 and Type 3241-7 Valves with flanges or welding ends

Table 4.1: Dimensions for Type 3241 Valve, up to NPS 6 · Without actuator · Dimensions in inch and mm

Valve		NPS	½	¾	1	1½	2	2½	3	4	6
		DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150
		NPT	½	¾	1	1½	2	–	–	–	–
Length L ¹⁾	Class 125 and 150	in	7.25	7.25	7.25	8.75	10.0	10.88	11.75	13.88	17.75
		mm	184	184	184	222	254	276	298	352	451
	Class 300	in	7.50	7.62	7.75	9.25	10.50	11.50	12.50	14.50	18.62
		mm	190	194	197	235	267	292	318	368	473
Length L1	Class 250	in	6	6	6	8	9.25	–	–	–	–
		mm	152.4	152.4	152.4	203.2	235	–	–	–	–
H1 for actuator	≤750v2 cm ²	in	8.74			8.78		10.31		13.94	15.35
		mm	222			223		262		354	390
	1000 cm ² 1400-60 cm ²	in	–							16.26	17.72
		mm	–							413	450
	1400-120 cm ² 2800 cm ²	in	–								
mm		–									
H2 for version	Cast steel	in	1.73	1.73	1.73	2.83	2.83	3.86	3.86	4.65	6.89
		mm	44	44	44	72	72	98	98	118	175
	Forged steel	in	2.1	–	2.76	3.62	3.86	–	5.05	–	–
		mm	53	–	70	92	98	–	128	–	–

¹⁾ Face-to-face dimensions according to ANSI/ISA 75.08.01

Table 4.2: Dimensions for Type 3241 Valve, NPS 8 and larger · Without actuator · Dimensions in inch and mm

Valve		NPS	8	10	10	10	12
		DN	200	250/cast iron	250 up to 200 mm seat bore	250 seat bore 250 mm and larger	300
Length L ¹⁾	Class 125 and 150	in	21.38	26.50	26.50	26.50	29.00
		mm	543	673	673	673	737
	Class 300	in	22.38	27.88	27.88	27.88	30.50
		mm	568	708	708	708	775
H4	in	15.35	15.35	17.76	17.76	25.67	
	mm	390	390	451	451	652	
H8 ²⁾ for ac- tuator	1000 cm ² 1400-60 cm ²	in	16.46	16.46	16.46	19.80	19.80
		mm	418	418	418	503	503
	1400-120 cm ² 2800 cm ²	in	19.80	19.80	19.80	25.59	25.59
		mm	503	503	503	650	650
H2	in	9.65	10.63	12.20	12.20	14.57	
	mm	245	270	310	310	370	

¹⁾ Face-to-face dimensions according to ANSI/ISA 75.08.01

²⁾ H8 increases by 170 mm for valves with K_{VS} 250, 360 or 630 and 60 mm rated travel operating with overtravel.

Table 4.3: Dimensions for Type 3271 and Type 3277 Pneumatic Actuators · Dimensions in inch and mm

Actuator area	cm ²	120	175v2	240	350	355v2	700	750v2	1000	1400-60	1400-120	2800
Diaphragm ØD	in	6.61	8.46	9.45	11.02	11.02	15.35	15.51	18.19	20.87	21.02	30.32
	mm	168	215	240	280	280	390	394	462	530	534	770
H ¹⁾	in	2.71	3.07	2.44	3.23	4.76	7.83	9.29	15.87	13.27	23.54	28.07
	mm	69	78	62	82	121	199	236	403	337	598	713
H3 ²⁾	in	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	7.48	7.48	24.02	24.02	25.59	25.59
	mm	110	110	110	110	110	190	190	610	610	650	650
H5	Type 3277 in	3.46	3.98	3.98	3.98	3.98	3.98	3.98	–	–	–	–
	Type 3277 mm	88	101	101	101	101	101	101	–	–	–	–
Thread	Type 3271	M30 x 1.5							M60 x 1.5		M100 x 2	
	Type 3277	M30 x 1.5							–	–	–	–
α	Type 3271	G 1/8 (1/8 NPT)	G 1/4 (1/4 NPT)	G 1/4 (1/4 NPT)	G 3/8 (3/8 NPT)	G 3/8 (3/8 NPT)	G 3/8 (3/8 NPT)	G 3/8 (3/8 NPT)	G 3/4 (3/4 NPT)	G 3/4 (3/4 NPT)	G 1 (1 NPT)	G 1 (1 NPT)
α2	Type 3277	–	G 3/8	G 3/8	G 3/8	G 3/8	G 3/8	G 3/8	–	–	–	–

¹⁾ Height with welded-on lifting eyelet or height of eyebolt according to DIN 580. Height of the swivel lifting hook may differ. Actuators up to 355v2 cm² without lifting eyelet

²⁾ Minimum clearance required to remove the actuator

Table 4.4: Weights for Type 3241-1 and Type 3241-7 · Weights in lbs and kg

Valve	NPS	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12
	mm	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300
Weight without actuator	lbs	15	18	20	35	44	71	82	137	287	1096	1892	2535
	kg	7	8	9	16	20	32	37	62	130	497	858	1150

Actuator	cm ²	120	175v2	240	350	355v2	700	750v2	1000	1400-60	1400-120	2800		
Type 3271	Without handwheel	lbs	6	13	11	18	33	49	79	176	154	386	992	
		kg	2.5	6	5	8	15	22	36	80	70	175	450	
	With hand-wheel	Travel ≤80 mm	lbs	9	22	20	29	51	60	90	397	386	661	1268
			kg	4	10	9	13	23	27	41	180	175	300	575
		Travel ≤160 mm	lbs	–	–	–	–	–	–	–	–	–	937	1543
			kg	–	–	–	–	–	–	–	–	–	425	700
Type 3277	Without handwheel	lbs	7	22	20	26	42	57	88	–	–	–	–	
		kg	3.2	10	9	12	19	26	40	–	–	–	–	
	With handwheel	lbs	10	31	29	37	53	68	99	–	–	–	–	
		kg	4.5	14	13	17	24	31	45	–	–	–	–	

Table 5: Dimensions and weights for Type 3241 Valve with insulating section or bellows seal

Table 5.1: Dimensions in mm and weights Type 3241 Valve, NPS ½ to 6 and ½ to 2 NPT thread · Without actuator · Dimensions in inch and mm · Weights in lbs and kg

Valve size		NPS	½	¾	1	1½	2	2½	3	4	6
		DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150
Insulating section or bellows seal											
H4 for actuator	≤750v2 cm ²	Short	in	16.10			16.14	17.76		25.04	26.46
			mm	409			410	451		636	672
		Long	in	28.07			28.11	29.72		34.53	35.94
			mm	713			714	755		877	913
	1000 cm ² / 1400-60 cm ²	Short	in	-						27.36	28.82
			mm	-						695	732
		Long	in	-						36.85	38.31
			mm	-						936	973
1400-120 cm ² / 2800 cm ²	Short Long	in	-								
		mm	-								
Weight without actuator (approx.)	Short	lbs	22	24	26	49	57	88	99	176	353
		kg	10	11	12	22	26	40	45	80	160
	Long	lbs	31	33	35	57	66	97	108	194	370
		kg	14	15	16	26	30	44	49	88	168

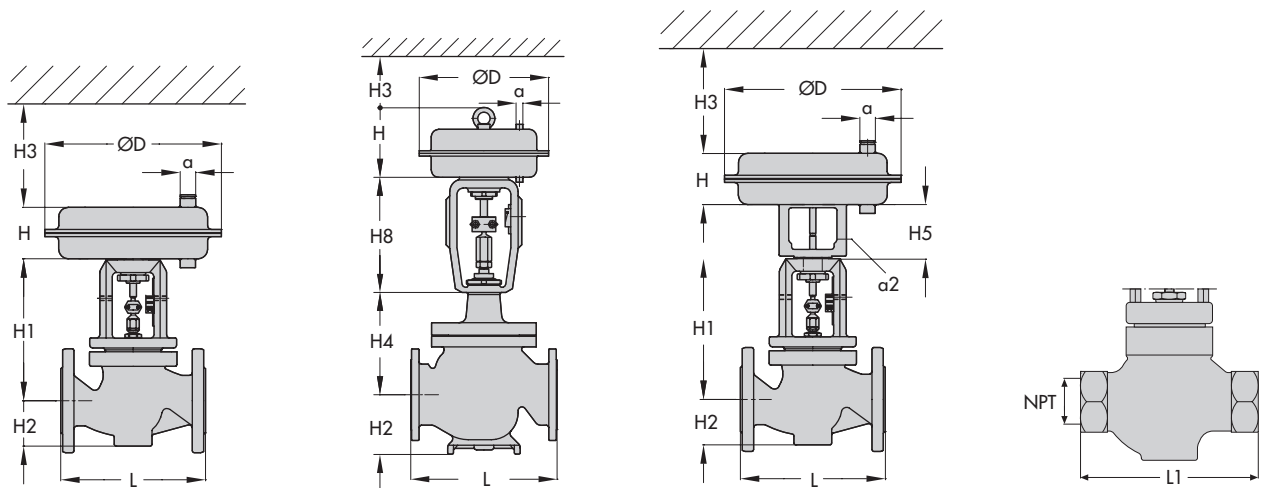
Table 5.2: Dimensions in mm and weights Type 3241 Valve, NPS 8 to 12 · Without actuator · Dimensions in inch and mm · Weights in lbs and kg

Version with		Insulating section					Metal bellows			
Valve size	NPS	8	10 Up to 200 mm seat bore	10 Seat bore 250	12	8	10 Up to 200 mm seat bore	10 Seat bore 250	12	
	DN	200	250 Up to 200 mm seat bore	250 Seat bore 250	300	200	250 Up to 200 mm seat bore	250 Seat bore 250	300	
H4 for actuator	1000 cm ² / 1400-60 cm ²	in	32.7	41.9	-	45.3	40.8	58.7	-	59.8
		mm	830	1065	-	1150	1036	1492	-	1520
	1400-120 cm ² / 2800 cm ²	in	32.7	41.9	41.9	45.3	40.8	58.7	58.7	59.8
		mm	830	1065	1065	1150	1036	1492	1492	1520
H8 for actuator	1000 cm ² / 1400-60 cm ²	in	16.5	16.5	19.8	19.8	16.5	16.5	19.8	19.8
		mm	418	418	503	503	418	418	503	503
	1400-120 cm ² / 2800 cm ²	in	19.8	19.8	25.6	25.6	19.8	19.8	25.6	25.6
		mm	503	503	650	650	503	503	650	650
Weight without actuator (approx.)	lbs	1191	2220	2220	2690	1312	2407	2407	2793	
	kg	540	1007	1007	1220	595	1092	1092	1267	

Table 6: Dimensions for Type 3241 Valve with heating jacket · Not for valves with body material A 126 B · Dimensions in inch and mm

Valve size	NPS	1	1½ - 2	3	4	6	8 to 12
	DN	25	40 - 50	80	100	150	200 to 300
a	in	4.3	5.5	7.1	7.9	10.4	On request
	mm	110	140	180	200	265	
b	in	0.6	0.8	1.4	2	3.2	
	mm	15	20	35	50	80	
c	in	5.5	6.7	8.5	10	5.1	
	mm	140	170	215	255	130	
d	in	7.5	7.5	9.1	12.6	14	
	mm	190	190	230	320	355	

Dimensional drawings



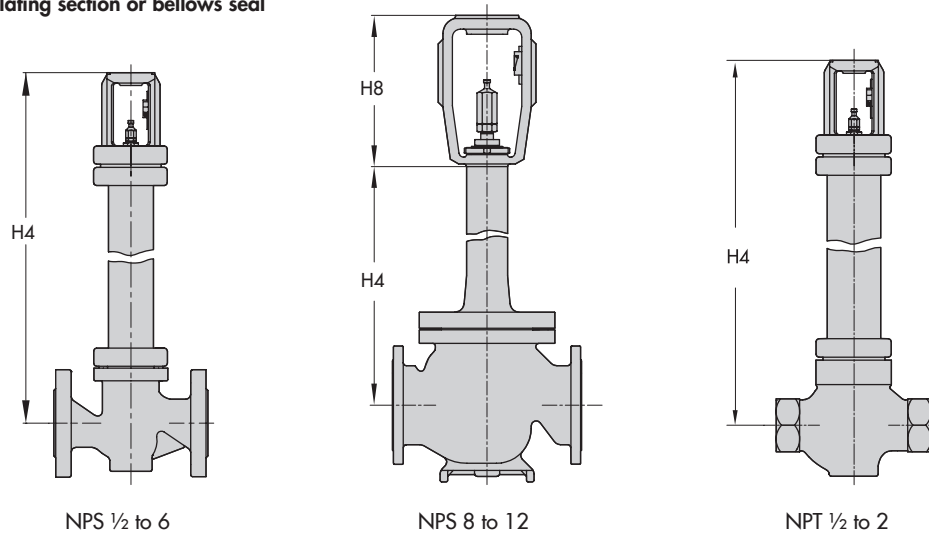
Type 3241-1 · NPS ½ to 6

Type 3241-1 · NPS 8 to 12

Type 3241-7 · NPS ½ to 6

Type 3241 · NPT ½ to 2

Versions with insulating section or bellows seal

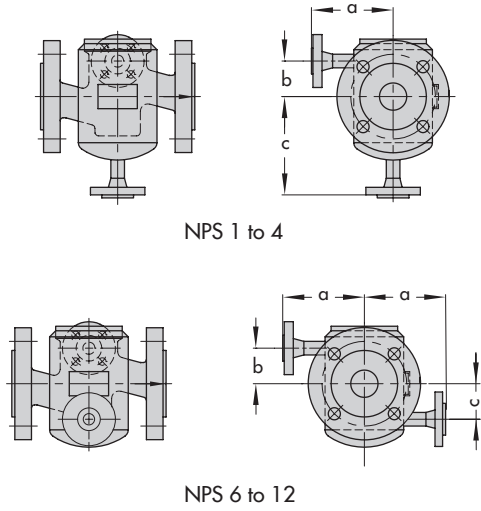


NPS ½ to 6

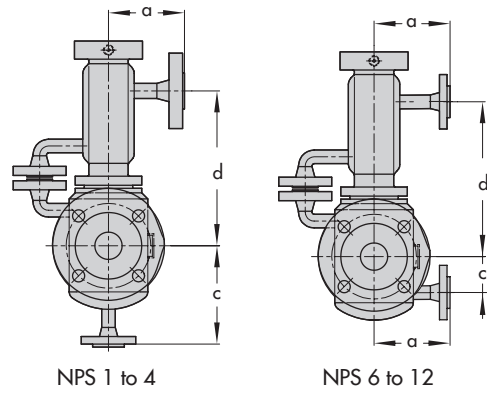
NPS 8 to 12

NPT ½ to 2

Versions with heating jacket



Versions with insulating section or bellows seal



Note: The temperature limits for DIN and ANSI versions are not directly converted temperatures.

Specifications subject to change without notice



SAMSON AG · MESS- UND REGELTECHNIK
 Weismüllerstraße 3 · 60314 Frankfurt am Main, Germany
 Phone: +49 69 4009-0 · Fax: +49 69 4009-1507
 samson@samson.de · www.samson.de

T 8012 EN

2018-05-24 · English

DISCO® Non-Return Valves RK, PN 6 to PN 40

Short overall length according to DIN EN 558-1, table 11, series 49

(Δ DIN 3202, part 3, series K4)

RK 86 and RK 86 A – Our Robust All-Rounder

Application

Type	PN	
RK 86 RK 86 A	40/class 300 40/class 300	For liquids, gases, vapours. Application as gravity circulations check, vacuum breaker, breather, foot valve, pressure-maintaining valve, check valve. RK 86 A especially suited for low temperatures, aggressive fluids, boiler feedwater lines, and other industrial applications.

Body Material

Type	Nominal sizes DN	EN reference	ASTM equivalent 1)
RK 86	Body	15 – 100 mm	Chromium steel, 1.4317
	Valve disk		1.4571
	Body	125 – 200 mm	GP240GH (1.0619)
	Plug		1.4006
RK 86A	Body	15 – 100 mm	1.4408
	Valve disk		1.4571
	Body	125 – 200 mm	1.4408
	Plug		1.4404

1) ASTM material similar to EN material.

Observe different physical and chemical properties!

Dimensions

Nominal sizes	[mm]	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
	[Inch]	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8
Overall dimensions [mm]	L	16	19	22	28	31,5	40	46	50	60	90	106	140
	∅ D min	44	53	64	73	83	96	110	128	151	–	–	–
	∅ D max	67	76	82	93	104	118	136	158	186	–	–	–
∅ D	PN 10/16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	194	220	275
	PN 25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	194	226	286
	PN 40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	194	226	293
	Class 125/150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	194	220	275
	Class 300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	216	251	308
Weight [kg]		0.27	0.38	0.52	0.8	1.12	1.78	2.43	3.37	5.34	11	14	25

Pressure/Temperature Ratings with metal-to-metal seat

Typ	PN	DN	p / T / [bar] / [°C]		
RK 86	40/class 300	15 – 100	51 / -10	43.9 / 200	36.9 / 350
	40/class 300	125 – 200	51 / -10	43.9 / 200	34.5 / 400
RK 86 A	40/class 300	15 – 200	49.6 / -200	35.8 / 200	24 / 550

Designs

Type	Seat				Springs			Earthing connection
	metal-to-metal	EPDM (-40 up to 150°C) ²⁾	FPM (-25 up to 200°C) ²⁾	PTFE ³⁾	without spring	special spring	Nimonic spring ⁴⁾	
RK 86	X	0	0	0	0	0	0	X
RK 86A	X	0	0	0	0	0	0	X

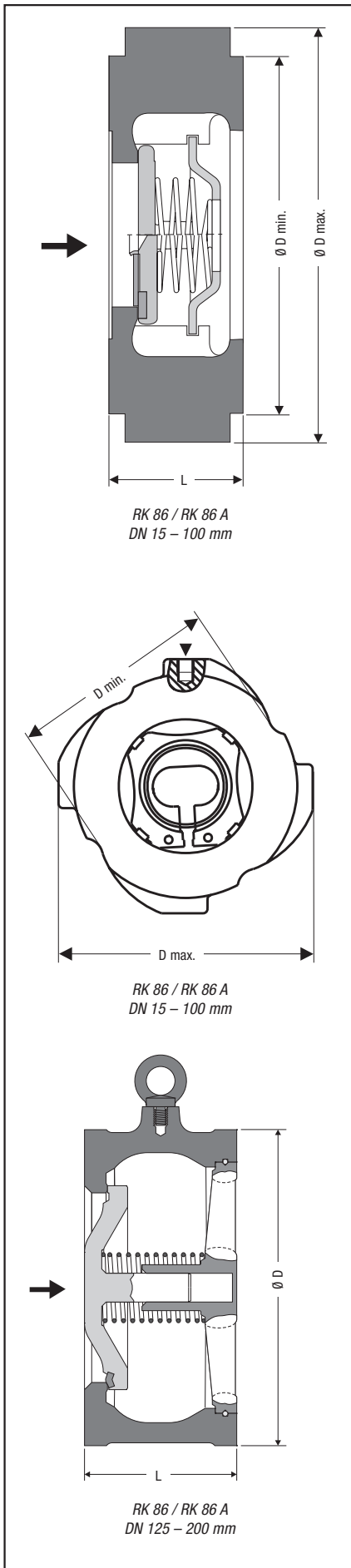
2) Observe pressure/temp. ratings of the equipment

3) DN 15-100 -190 °C up to 250 °C; DN 125-200 -60 up to 200 °C

4) Required for temperatures above 300 °C

X : standard

0 : optional



Pressure Drop Charts

The curves given in the chart are valid for water at 20 °C. To read the pressure drop for other fluids the equivalent water volume flowrate must be calculated and used in the graph.

The values indicated in the chart are applicable to spring-loaded valves with horizontal flow. With vertical flow insignificant deviations occur only within the range of partial opening.

$$\dot{V}_w = \dot{V} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{1000}}$$

\dot{V}_w = Equivalent water volume flow in [l/s] or [m³/h]

ρ = Density of fluid (operating condition) in [kg/m³]

\dot{V} = Volume of fluid (operating condition) in [l/s] or [m³/h]

Opening Pressures

Differential pressures at zero volume flow.

RK 86, RK 86 A

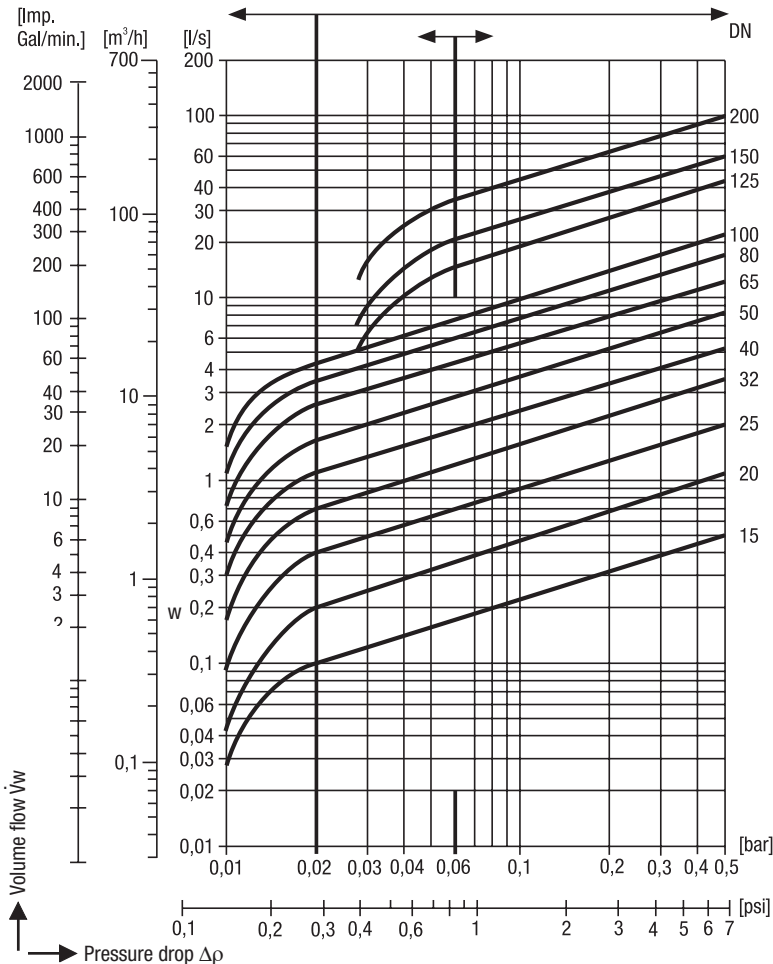
DN	Opening pressures [mbar]			
	without spring ↑	Direction of flow		
		↑	→	↓
15	2.5	10	7.5	5
20	2.5	10	7.5	5
25	2.5	10	7.5	5
32	3.5	12	8.5	5
40	4.0	13	9	5
50	4.5	14	9.5	5
65	5.0	15	10	5
80	5.5	16	10.5	5
100	6.5	18	11.5	5
125	12.5	35	22.5	10
150	14.0	38	24.0	10
200	13.5	37	23.5	10

RK 86, 86A

When selecting valve please consider:

Partial opening/
instable range

Full opening/
stable range



Product Technical Information

IT-0105-TRH 51B+CTR 10-06-2016EN

Temperature Probe AMBltemp TRH 51B + CTR 10

Continental-Mabor Customized Assembly

RTD Temperature Assembly with Extension Cable



TRH 51B

Application

This resistance thermometer is specially suited to temperature measurement in machinery, laboratory equipment and plants in gaseous or liquid media like air, water, oil, steam and others.

The customized AMBltemp TRH 51B allows a precise process temperature measurement up to 240°C and ambient temperature up to 200°C, with high IP rating.

Your Advantages

High flexibility through user-specific wiring and connection configurations

Fast response time sensors

Available wide sensor configurations with class A accuracy

Temperature probe and optional connection cable with modular design

RTD's General Information

The measuring principle of a RTD (Resistance Temperature Detector) consists in a sensor element with an electrical resistance which varies according the temperature. In the case of the Pt100 sensor, this presents a resistance of 100Ω at 0°C, incrementing it this value with increasing temperature, due to the characteristic coefficient of Platinum, used in this type of sensor. Extreme linearity, makes the temperature probes based on this principle of measurement the common used in industry, by compliance with IEC 60751 with a coefficient $\alpha = 3.85 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, calculated between 0 and 100°C.

The sensor element is available in two versions-Thin film (TF) or ceramic (Wire Wound), the second with a wider range of measurement, greater stability in the long term and with greater precision.

In vibration cases the Thin-film sensor (TF) can offer advantages, but its behavior depends on the intensity, frequency and direction of the main harmonic vibration. This type of sensor also features when assembled similarly to ceramic, a faster response time.

Most configurations are used for simple elements with 2, 3 and 4 wires and redundancy, double with 4 and 6 wires. The configuration with 4 wires for simple elements ensures a better accuracy, since it fully compensates the impedance introduced by signal transmission cables, or even the wiring within a sheath with extended immersion length, which in the case of simple two-wire configuration or double 4-wire resistive value is added to the Pt100, by contributing to the loss of accuracy. In simple configurations with 3 wires or double with 6 wires, the associated error is virtually null.

For range from -200°C to 0°C is given:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t - 100^\circ\text{C})^3]$$

For range from 0°C to 850°C is given:

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$$

Where:

R_t is the resistance at a temperature t ,

R_0 is the resistance with $t = 0^\circ\text{C}$

The constants in these equations are:

$$A = 3.9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B = -5.775 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$$

$$C = -4.183 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$$

The temperature ranges of validity of the tolerance classes are classified in the following table. The tolerances apply to thermometers, with any value of R_0 .

Tolerance classes	Temperature Ranges of Validity °C		Tolerance Values ¹⁾ °C
	Ceramic Sensors (Wire Wound)	TF Sensors (Thin-Film)	
AA	-50 to +250	0 to +150	$\pm (0.1 + 0.0017 t)$
A	-100 to +450	-30 to +300	$\pm (0.15 + 0.002 t)$
B	-196 to +600	-50 to +500	$\pm (0.3 + 0.005 t)$
C	-196 to +600	-50 to +600	$\pm (0.6 + 0.01 t)$

¹⁾ $|t|$ = Temperature modulus in °C.

Technical Data

Sensing Element

Pt100 single sensor class A IEC60751 type Thin-film 3 wires;
Other sensor types and configurations available on request.

Operating Range

Standard temperature version: -50°C to +240°C
For applications out of this limits, please contact us.



Housing temperature is limited to 200°C.

Materials

Wetted parts in Aisi 316/1.4401;
Ceramic terminal block, up to 6 poles
Housing in aluminium
Optional connection cable with conductors MFA insulated; mylar and MFA overall jacket. External cable color is white for 2 and 3 wires and black for 4 and 6 wires.
Cable gland in nickel plated brass, CMP thermoset rubber seal

Dimensions

Standard configuration with protective sheath with 6mm diameter, length of 100mm (L), straight shape.
Extension cable length ("CL") between connector and temperature probe terminal block according to selection – standard with 450mm.
Connectors used with 4 pole configurations.



The optional cable CTR 10 with matching options for standard TRH 51B configuration is shown at 'How to Order' section for your convenience.

Housing

Process entry by G ½"A, Cable entry by M20x1.5.
Other connections available on request.

Process Connection

Standard process connection by G ½"A, Aisi 316.
Other process connections available on request.

Environmental

IP66 for aluminium head types with HT cable gland.

Sensor Sealing

High temperature epoxy seal.

Insulation Resistance

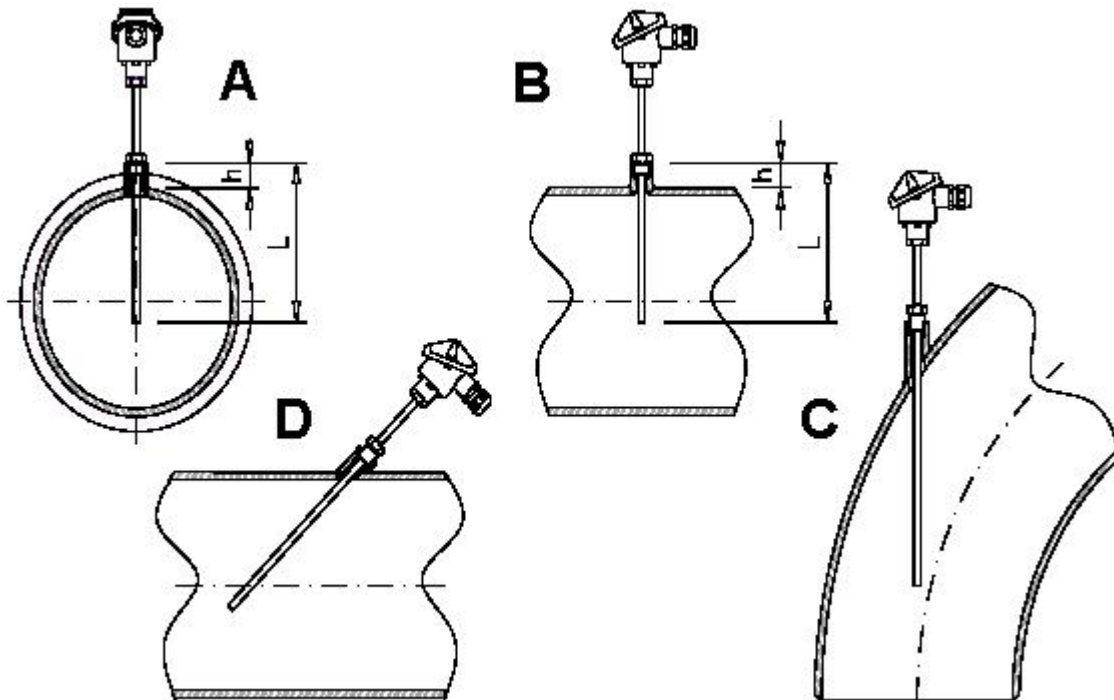
Greater than 1000Mohm, 500Vdc test at ambient temperature.

Installation

The thermometers AMBtemp TRH 51B are suitable for pipes, tanks or other parts of the process if required. The immersion length has big influence in the instrument accuracy. If the immersion length is small, an additional error may occur and might not be negligible, if there is a big difference between process temperature and ambient temperature. The temperature dissipation happens between process connection and immersed length.

To minimise this error is recommendable as a rule of thumb, the immersion length should be at least 10 times the thermowell diameter. Considering the AMBtemp probes, the sensor element is installed at 5-10mm at end of the tip. According that is recommendable to select an immersion length of 100 for a temperature thermowell of 6mm. If this is not possible, should be selected a diameter or immersion length to comply with the rule.

If possible the immersion length must be slightly greater than pipe radius (see fig. A and B). In the other side, an appropriate thermal insulation can compensate a reduced immersion length or simply mount the assembly on a pipe curve (see fig. C). Other possibility to grant a correct measurement is the assembly mounting with appropriate angle (see fig. D). Be advised if the assembly is to be mounted according fig. C or fig D, the assembly should be installed against fluid flow.



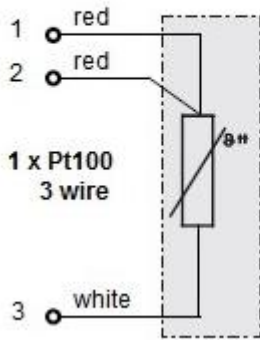
Please pay attention to measuring point if you are measuring a two phased fluid.

If the measuring fluid has a low temperature and the environment contains high relative humidity, than a plastic temperature head should be used.

Electrical Connections

Is shown bellow standard assembly electrical connections used on AMBltemp TRH 51B, as well CTR 10 multipole connector contact view:

TRH 51B Terminal block

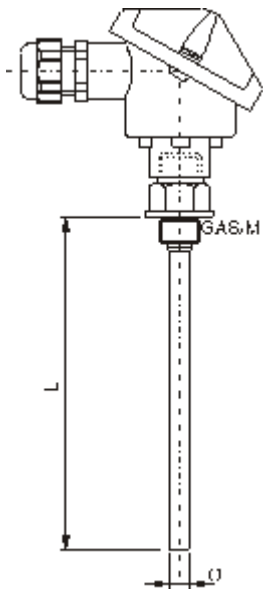


Connector



* 3 wires temperature probe – Shunt inside connector for 4 wire connection.

Technical Drawings



Additional Information

Maintenance

The AMBtemp RTD temperature probes don't require specific maintenance. The only recommendation is to check periodically the sensor integrity and perform periodic calibration.

Factory Quality Protocol

This factory quality protocol is available for every unit. This acts as an inspection report that shows compliance with IEC 60751 essential points. One measurement point is issued for the effect.

Calibration Certificate

If required, can be issued a calibration certificate, ordered in a separate position and conducted by an independent and accredited entity.

How to Order

TRH 51B- Temperature Probe Type AMBltemp Model TRH 51B

010 RTD Sensor Type

- A3 Sensor Pt100 single, TF, Class A IEC 60751, 3 wires
- Y9 RTD special version to specification

020 Shape of the Tip

- S Straight, standard response
- Y Tip special version on request

30 Neck Length NL

- 0 Without neck length
- X Neck length to specification

40 Process Immersion Length L

- 2 Process immersion length of 100mm
- X Process immersion length to specification

050 Thermowell Diameter and Material, Sensing Element

- F6 Diam. of 6mm in SS316L, sensing element Pt100 not replaceable

060 Process Connection

- A1 G 1/2" BSP in SS316L
- Y9 Special version on request

070 Head Type

- Y9 Special version – Aluminium connection head, IP66, HT cable gland M20x1.5, HT epoxy sealing

080 Terminal Block

- B Terminal block DIN form B (max. 6 terminals)

090 Temperature Transmitter

- A0 Without temperature transmitter

Standard Configuration: TRH 51B- A3S02F6A1Y9BA0

Order Code	Description
CTR 10-	Connection Cable for RTD Temperature Probes
010	Cable Length CL
0	With 1000mm
1	With 1500mm
2	With 2000mm
3	With 2500mm
4	With 3000mm
5	With 5000mm
6	With 10000mm
7	With 15000mm
8	With 20000mm
X	Cable length according to specification
020	Cable Type
P3	MFA/screening/MFA, max. 250°C, 3 wires
030	Connector 1
MF	Male connector , 4 poles, aerial
040	Connector 2
AA	Not selected, free end wires
050	Additional Specifications
0	Standard configuration
9	Special version on request

Standard Configuration: CTR 10- XP3MFAA0, X=450 mm

Subject to modifications. All rights reserved to Delta Sensor, Lda

Delta Sensor

Produção e Comercialização
de Sistemas Industriais, Lda



Address: Parque Empresarial Baia do Tejo
Rua 48 Nº11 Apartado 5056
2831-904 Barreiro, Portugal

Commercial Department:

Tel: +351 21207 0802

Fax: +351 21207 0804

Email: commercial@deltasensor.pt

Web: www.deltasensor.pt

- I. Internals Maintenance:**
- Unscrew bolts (11) and nuts (10) and lift the cap (1). Body (2) can remain connected to the steam line.
 - Clean or replace bucket (6) or mechanism (valve and seat) (3, 4 & 5).
 - Mechanism should be adjusted as shown above. When correctly aligned, lever (B) can be moved sideways the same distance to the right as to the left. If guide pin (A) is not in the middle of the orifices, adjust by slightly hitting with a hammer.
 - Replace gasket (7).
 - Put the cap (1) back on the body (2) and screw bolts (11) and nuts (10).
- II. Screen Maintenance (880A and 980 series only):**
- Unscrew strainer relainer (15).
 - Clean or replace strainer screen (14).
 - Replace strainer gasket (16).
 - Screw strainer relainer (15).

GB

- I. Wartung und Reparatur - Innenteile:**
- Schrauben (11) und Muttern (10) lösen und den Deckel (1) abnehmen. Das Gehäuse (2).
 - Kann hierbei in der Rohrleitung verbleiben.
 - Die Glocke (6) und den Mechanismus (Ventil + Sitz) (3, 4 + 5) reinigen bzw. auswechseln.
 - Die Skizze oben zeigt die Einstellung des Mechanismus. Bei korrekter Ausrichtung kann der Hebel (B) gleich weit nach rechts und links seitlich bewegt werden. Wenn die Führungsschäfte (A) nicht in der Mitte der Bohrungen stehen, sind sie durch leichte Hammerschläge einzurichten.
 - Deckeldichtung erneuern (7).
 - Deckel (1) auf das Gehäuse (2) setzen, Schrauben (11) und Muttern (10) wieder anziehen.

II. Wartung und Reparatur des Schutzsieb (nur Serie 880A und 980):

- Siebstöpsel herauserschrauben (15).
- Schutzsieb reinigen (14) reinigen bzw. auswechseln.
- Siebstöpsel erneuern (16).
- Siebstöpsel einschrauben (15).

D

- I. Entretien des pièces internes :**
- Dévisser les boulons (11) et les écrous (10) et enlever le couvercle (1). Le corps (2) peut rester rattaché à la ligne vapeur.
 - Nettoyer ou remplacer le flotteur inverse ouvert (6) ou le mécanisme (siège et soupape) (3, 4 & 5).
 - Le mécanisme doit être ajusté comme montré ci-dessus. Lorsqu'il est correctement aligné, le bras de levier (B) peut glisser avec la même amplitude vers la gauche que vers la droite. Si les tiges de guidage (A) ne sont pas au centre des orifices, il faut les ajuster en donnant de légers coups de marteau.
 - Remplacer le joint de couvercle (7).
 - Remettre le couvercle (1) en place sur le corps (2) et revisser les boulons (11) et les écrous (10).

II. Entretien du tamis (série 880A et 980 uniquement):

- Dévisser le bouchon du filtre (15).
- Nettoyer ou remplacer le tamis (14).
- Remplacer le joint (16).
- Revisser le bouchon du filtre (15).

F

- I. Mantenimiento de las piezas internas:**
- Afloje los pernos (11) y las tuercas (10) y retire la tapa (1). El cuerpo (2) puede permanecer conectado a la línea de vapor.
 - Limpie o cambie la cuchea (6) o el mecanismo (válvula y asiento) (3, 4 y 5).
 - El mecanismo debe quedar ajustado como se muestra más arriba. Si está alineado correctamente, la palanca (B) podrá moverse la misma distancia tanto a la derecha como a la izquierda. Si el perno guía (A) no está centrado en los orificios, ajústelo golpeando ligeramente con un martillo.
 - Cambie la junta (7).
 - Vuelva a colocar la tapa (1) en el cuerpo (2) y ajústelo los pernos (11) y las tuercas (10).

II. Mantenimiento de la malla (series 880A y 980 únicamente):

- Desenrosque el tapon del filtro (15).
- Limpie o cambie la malla del filtro (14).
- Cambie la junta del filtro (16).
- Enrosque el tapon del filtro (15).

E

- I. Binnenwerk vervangen:**
- Verwijder de bouten (11) en moeren (10) en neem het deksel (1) af. Het huis (2) kan in de leiding blijven.
 - Reinig of vervang de emmer (6) of klepmechanisme (3, 4 & 5).
 - Het klepmechanisme moet worden afgesteld zoals boven getoond. Als het mechanisme goed is ingesteld, moet de hefboom (B) net zo ver naar rechts als naar links kunnen bewegen. Als de geleidepennen (A) niet exact in het midden van de gaaijes zitten, moeten deze voorzichtig met een hamer teruggekit worden.
 - Vervang de pakking (7).
 - Plaats het deksel (1) terug op het huis (2) en monteer de bouten (11) en moeren (10).

II. Filtter onderhoud (uitsluitend 880A en 980 serie):

- Verwijder de filterplug (15).
- Reinig of vervang het filterelement (14).
- Vervang de filterpakking (16).
- Monteer de filterplug (15).

NL

- I. Manutenzione degli organi interni:**
- Svitare i bulloni (11), i dadi (10) e sollevare la testa (1). Il corpo (2) può restare sulla linea.
 - Pulire o sostituire il secchiello (6) o il meccanismo (valvola, sede e leverismi) (3, 4 & 5).
 - Regolare il meccanismo come mostrato in figura. Se correttamente allineata la leva (B) si muoverà lateralmente in modo simmetrico sia a destra sia a sinistra. Se gli spinotti di guida (A) non fossero centrati nei fori, centrarli opportunamente con leggerissimi colpi di martello.
 - Sostituire la guarnizione (7).
 - Rimontare la testa (1) sul corpo (2) ed avvitare i bulloni (11) e i dadi (10).

II. Manutenzione Filtro (Solo 880A e serie 980):

- Svitare la boccia (15).
- Pulire o sostituire la retina filtrante (14).
- Sostituire la guarnizione (16).
- Riavvitare la boccia (15).

I

Model	PMA	TMA	Volume	Orifice	PMO
Modell	PMA	TMA	Volumen	Ventilgröße	PMO
Modèle	PMA	TMA	Volume	Orifice	PMO
Modelo	PMA	TMA	Volumen	Orificio	PMO
Model	PMA	TMA	Volume	Kleppdoorlaat	PMO
Modello	PMA	TMA	Volume	Orifizio	PMO

983	4 1 bar	34,3°C	1,94 l	Check on the order Erispachring Ihrer Bestellung Voir la commande Chequear con el pedido Kijk op de order en documentatie Verificare su ordine	Depends on orifice Von der Ventilgröße abhängig Depend de l'orifice Depende del orificio Afhankelijk van kleppdoorlaat Dipende dall'orificio
-----	---------	--------	--------	---	---

MODELS WITH CE MARKING - MODELLE MIT CE KENNZEICHNUNG - MODELES MARQUÉS CE
MODELOS CON LA MARCA CE - MODELLEN MET CE KEUR - MODELLI CON MARCATURA CE



Series 880A, 980, 421 & EM

**Inverted Bucket Steam Traps
 Glockenkondensatableiter
 Purgeurs à Flotteur Inversé Ouvert
 Purgadores de Vapor de Cubeta Invertida
 Omgekeerde Emmër Condenspot
 Scaricatori di Condensa a Secchiello Rovesciato**

*These instructions should be used by experienced personnel !
 Diese Gebrauchsanweisung ist durch Fachpersonal zu benutzen !
 Ces instructions devraient être utilisées par du personnel expérimenté !
 Estas instrucciones deben ser utilizadas por personal experimentado !
 Onderhoud uitsluitend uit te voeren door ervaren personeel !
 Queste istruzioni devono essere utilizzate da personale esperto !*

**PRODUCT DESCRIPTION - PRODUKTBESCHREIBUNG - DESCRIPTION DU PRODUIT
 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO - PRODUKT OMSCHRIJVING - DESCRIZIONE DEL PRODOTTO**

Model shown on the picture: 981 - Die Abbildung zeigt das Modell 981 - Photo: modèle 981
 Modelo mostrado en la fotografía: 981 - Model op foto: 981 - Modello in figura: 981

- GB** Armstrong Steel Inverted Bucket Steam Trap Horizontal Connection Series 880A and 980 Only. with Internal Strainer
- D** Armstrong Glockenkondensatableiter aus Stahl Waagerechter Einbau Nur bei Serie 880A und 980: mit Eingebaulem Schutzziàng
- F** Purgeur à Flotteur Inversé Ouvert Armstrong en Acier Raccordement Horizontal Uniquement pour les Séries 880A et 980 : avec Filtre Intégré
- E** Purgador de Cubeta Invertida Armstrong en Acero Conexión Horizontal Series 880A y 980 Solamente: con Filtro Interno
- NL** Armstrong Giëstalen Omgekeerde Emmër Condenspot Horizontale Aansluiting Series 880A en 980: met Ingebouwd Filter
- I** Scarificatore di Condensa Armstrong a Secchiello Rovesciato Connessioni Orizzontali. Serie 880A e 980 Soltanto: con Filtro Incorporato

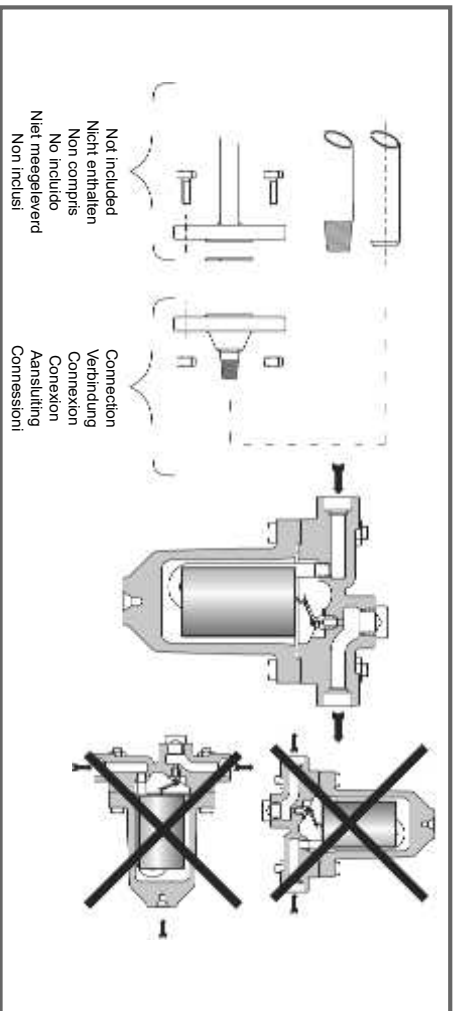


For detailed material specifications, options, approximate dimensions and weights, see Armstrong literature or consult your local Representative. Für detaillierte Werkstoffangaben, Zubehör, Abmessungen und Gewichte, sehen Sie die Armstrong Datenblätter oder fragen Sie Ihre Armstrong-Vertretung. Pour toute spécification détaillée des matières, options, dimensions et poids, veuillez vous référer à la littérature Armstrong ou prendre contact avec votre Représentant local. Para especificaciones de materiales detalladas, opciones, dimensiones aproximadas y pesos, ver catálogos Armstrong o consultar con su Representante local. Voor gedetailleerd materiaal specificaties, afmetingen en gewichten, zie de Armstrong documentatie of neem contact op met uw plaatselijke Vertegenwoordiger. Per la specifica dettagliata dei materiali, accessori opzionali, dimensioni e pesi approssimativi, vedere la documentazione appropriata o contattare il Distributore locale.

INSTALLATION - INSTALLATIONSANWEISUNG - INSTALLATION INSTALACION - INSTALLATIE - INSTALLAZIONE

Model shown on the drawing: 421 - Die Zeichnung zeigt das Modell 421 - Schéma: modèle 421
Modelo mostrado en el dibujo: 421 - Model op tekening: 421 - Modello in figura: 421

Possible connections: screwed, socketweld or flanged - Mögliche Anschlussarten: Muffengewinde, Schweißmuffen, Flansche
Raccordements possibles: taraudé, à souder ou à brides - Conexiones posibles: rosca, soldada, SW o brida
Mogelijke aansluitingen: draadaansluiting, lasaansluiting of flens - Connessioni disponibili: filettate, tasca a saldare o flangiata



START-UP PROCEDURE - INBETRIEBNAHME - PROCEDURE DE DEMARRAGE PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA - OPSTARTPROCEDURE - PROCEDURA D'AVVIAMENTO

For detailed hookups and adapted start-up and shut-down procedures, see Armstrong literature or consult your local Representative.
Für detaillierte Informationen über Installation, Inbetriebnahme und Außenbetriebnahme sehen Sie die Armstrong Datenblätter oder fragen Sie Ihre Armstrong-Vertretung.

Pour plus de détails à propos des procédures de démarrage et d'arrêt, ainsi que pour l'installation, veuillez vous référer à la littérature Armstrong ou prendre contact avec votre Représentant local.

Para posibilidades de conexionado y procedimientos de parada y puesta en marcha, ver catálogos Armstrong o consultar con su Representante local.

Voor gedetailleerde montage en installatie instructies zie het betreffende Armstrong documentatieblad of neem contact op met uw plaatselijke Veregenwoordiger.

Per procedure dettagliate di collegamento, d'avviamento e di fermata, vedere la documentazione Armstrong o consultare il Distributore locale.



SHUT-DOWN PROCEDURE - AUSSERBETRIEBNAHME - PROCEDURE D'ARRÊT PROCEDIMIENTO DE PARADA - UIT BEDRIJFNAME - PROCEDURA DI FERMATA



MAINTENANCE - WARTUNGSMITTELMEN - MAINTENANCE MANTENIMIENTO - ONDERHOUD - MANUTENZIONE

For troubleshooting, testing methods, frequency of maintenance and detailed spare parts list, see Armstrong literature or consult your local Representative.

Für detaillierte Informationen über Fehlersuche, Testmethoden, Wartungsintervallen und Ersatzteillisten fragen Sie Ihre Armstrong-Vertretung.
Pour le dépannage, les méthodes de test, la fréquence d'entretien et la liste détaillée des pièces de rechange, veuillez vous référer à la littérature Armstrong ou prendre contact avec votre Représentant local.

Para detección de posibles averías, métodos de test, frecuencia de mantenimiento y lista detallada de repuestos, ver catálogos Armstrong o consultar con su Representante local.

Voor het oplossen van problemen, testmethoden, onderhoud en gedetailleerde onderdelenlijsten, zie de Armstrong documentatie of neem contact op met uw plaatselijke Veregenwoordiger.

Per la soluzione di eventuali problemi, metodi di prova funzionali, frequenza di manutenzione e dettaglio della lista ricambi, vedere la documentazione Armstrong o consultare il Distributore locale.



Equipment under pressure - Operating temperature > 100°C
Make sure trap is cold before handling!



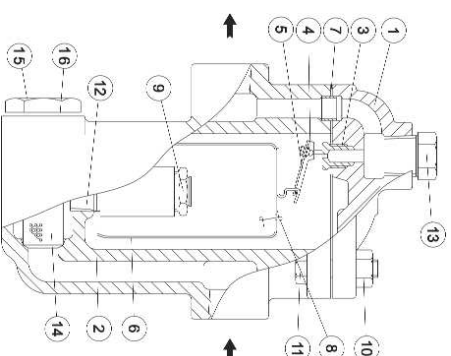
Stellen sie sicher, dass die Armatur kalt und drucklos ist, bevor an dieser gearbeitet wird!

Equipment sous pression - Température en fonctionnement > 100°C
Laissez le purgeur refroidir avant toute manipulation!

Equipo bajo presión - Temperatura de trabajo > 100°C
¡Asegúrese de que el purgador esté frío antes de manipularlo!

Toestel onder druk - Werktemperatuur > 100°C
Stoelstoot moet afgekoeld zijn alvorens eraan te werken!

Apparecchiatura in pressione - Temperatura operativa > 100°C
Assicuratevi che lo scaricatore sia freddo prima d'intervenire!

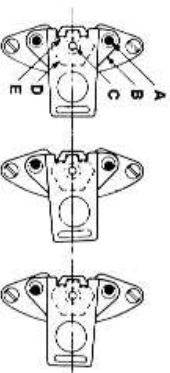


Model shown on the drawing: 981
Die Zeichnung zeigt das Modell 981
Schéma: modèle 981

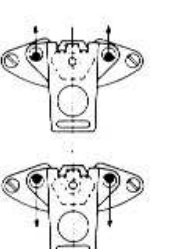
Modelo mostrado en el dibujo: 981
Modelo op tekening: 981
Modello in figura: 981

MECHANISM ADJUSTMENT - AUSRICHTEN DES MECHANISMUS - AJUSTEMENT DU MECANISME AJUSTE DEL MECANISMO - KLEPMECHANISME - REGOLAZIONE DEL MECANISMO

OK



NO



AXELENT PRODUCT INFORMATION

» X-GUARD® 50X30 PANELS

MESH PANELS

Art. no.	Height (mm)	Width (mm)	Art. no.	Height (mm)	Width (mm)
----------	-------------	------------	----------	-------------	------------

Black (RAL 9011)

W322-075025	0750	0250
W322-075040	0750	0400
W322-075050	0750	0500
W322-075060	0750	0600
W322-075070	0750	0700
W322-075080	0750	0800
W322-075090	0750	0900
W322-075100	0750	1000
W322-075110	0750	1100
W322-075120	0750	1200
W322-075130	0750	1300
W322-075140	0750	1400
W322-075150	0750	1500

W322-190025	1900	0250
W322-190040	1900	0400
W322-190050	1900	0500
W322-190060	1900	0600
W322-190070	1900	0700
W322-190080	1900	0800
W322-190090	1900	0900
W322-190100	1900	1000
W322-190110	1900	1100
W322-190120	1900	1200
W322-190130	1900	1300
W322-190140	1900	1400
W322-190150	1900	1500

Black (RAL 9011)

W322-130025	1300	0250
W322-130040	1300	0400
W322-130050	1300	0500
W322-130060	1300	0600
W322-130070	1300	0700
W322-130080	1300	0800
W322-130090	1300	0900
W322-130100	1300	1000
W322-130110	1300	1100
W322-130120	1300	1200
W322-130130	1300	1300
W322-130140	1300	1400
W322-130150	1300	1500
W322-130220	1300	2200

W322-220025	2200	0250
W322-220040	2200	0400
W322-220050	2200	0500
W322-220060	2200	0600
W322-220070	2200	0700
W322-220080	2200	0800
W322-220090	2200	0900
W322-220100	2200	1000
W322-220110	2200	1100
W322-220120	2200	1200
W322-220130	2200	1300
W322-220140	2200	1400
W322-220150	2200	1500

(Fixings are included with the panels)

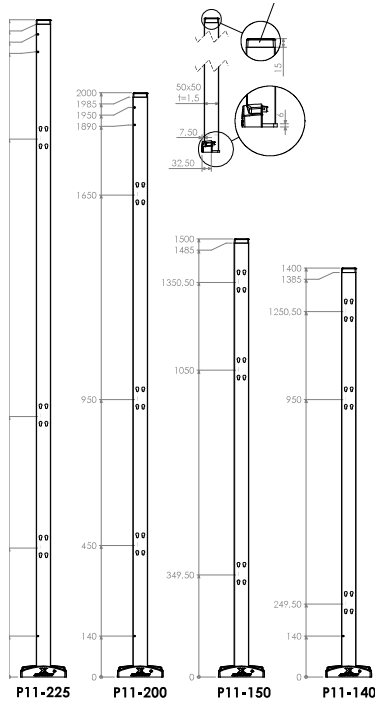


Axellent Product Information

» X-Guard® Posts

Technical data

Art. no.	Gap to floor (mm)	Height (mm)
----------	-------------------	-------------



50x50 mm, Yellow (RAL 1018)

P11-140	100	1400
P11-150	200	1500
P11-200	100	2000
P11-230	100	2300

50x50 mm, Blue (RAL 5005)

P21-140	100	1400
P21-200	100	2000
P21-230	100	2300

50x50 mm, Black (RAL 9011)

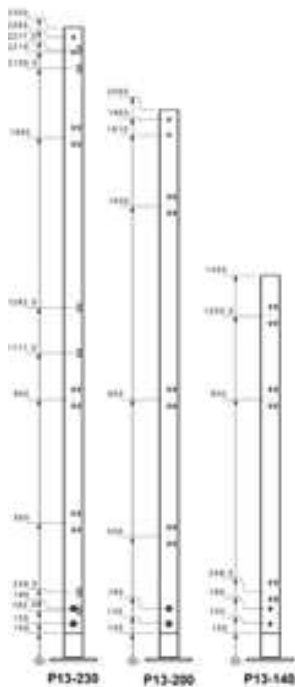
P31-140	100	1400
P31-200	100	2000
P31-230	100	2300

50x50 mm, Red (RAL 3020)

P71-140	100	1400
P71-200	100	2000
P71-230	100	2300

70x70 mm inkl. foot (RAL 9011), Yellow (RAL 1018)

P13-140	100	1400
P13-200	100	2000
P13-230	100	2300



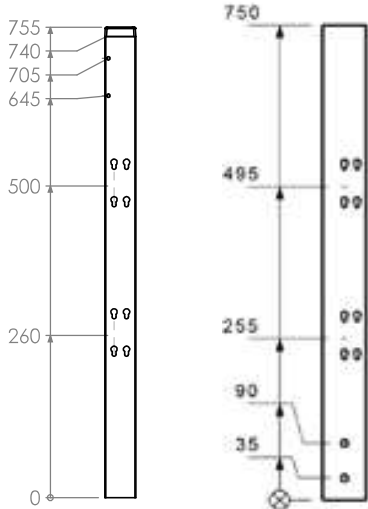
Axellent Product Information

» X-Guard® Posts

Technical data

Art. no.

Height (mm)



Extension 50x50 mm, Yellow(RAL 1018)

E11-075	750
E11-075B	750

Extension 50x50 mm, Blue (RAL 5005)

E21-075	750
E21-075B	750

Extension 50x50 mm, Black (RAL 9011)

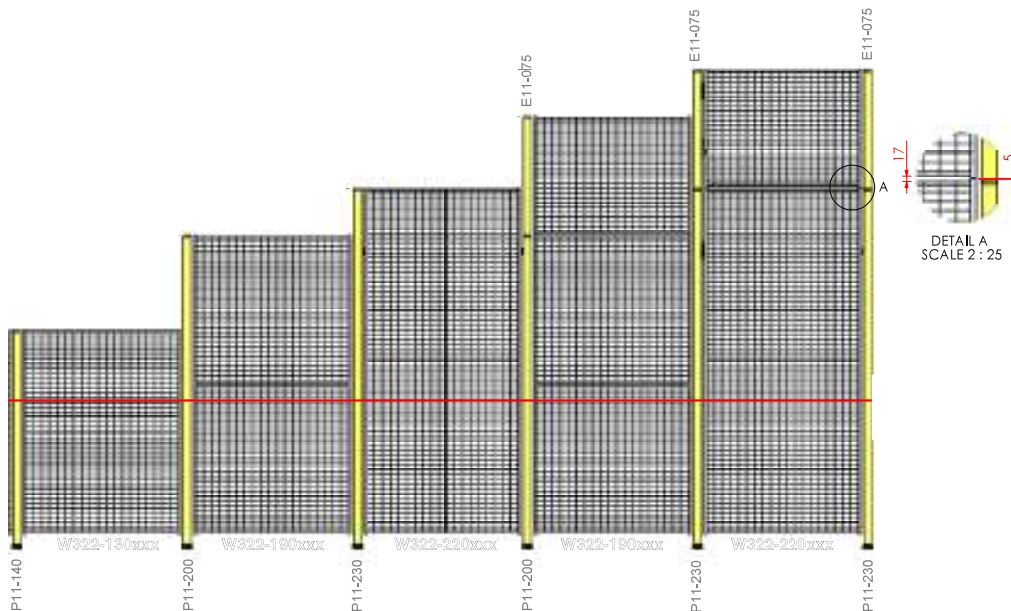
E31-075	750
E31-075B	750

Extension 50x50 mm, Red (RAL 3020)

E71-075	750
E71-075B	750

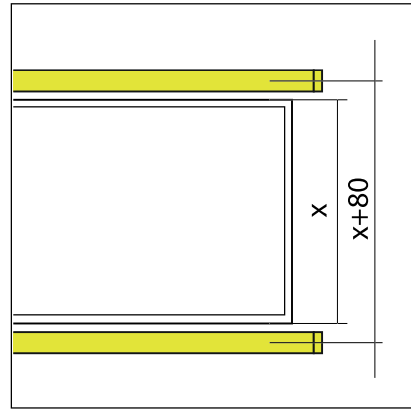
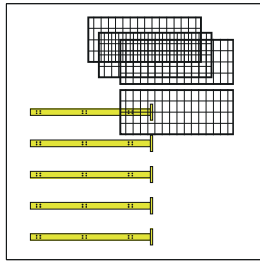
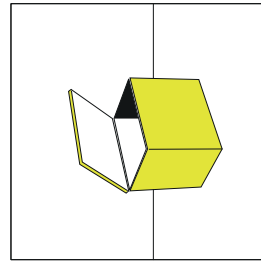
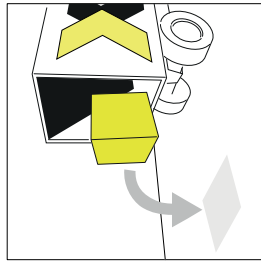
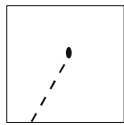
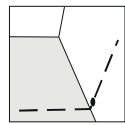
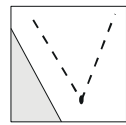
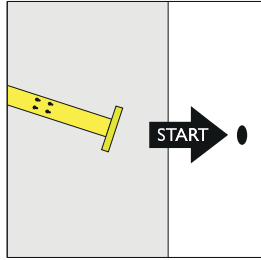
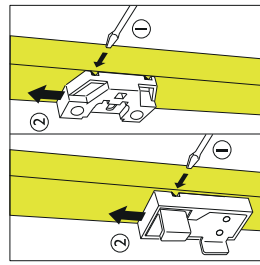
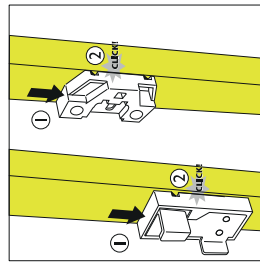
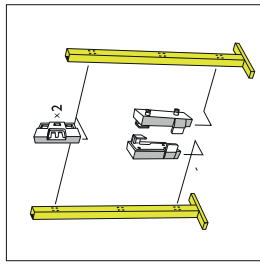
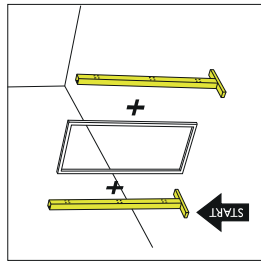
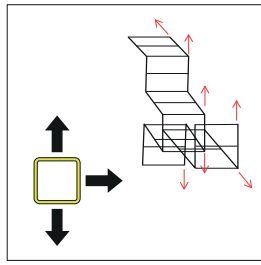
Extension 70x70 mm, Yellow (RAL 1018)

E13-075	750
E13-130	1300
E13-190	1900
E13-220	2200



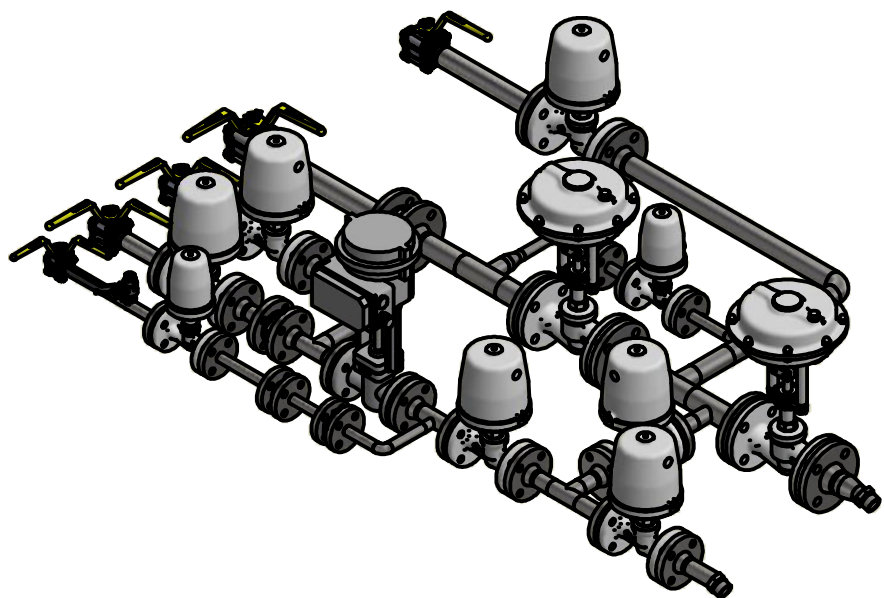
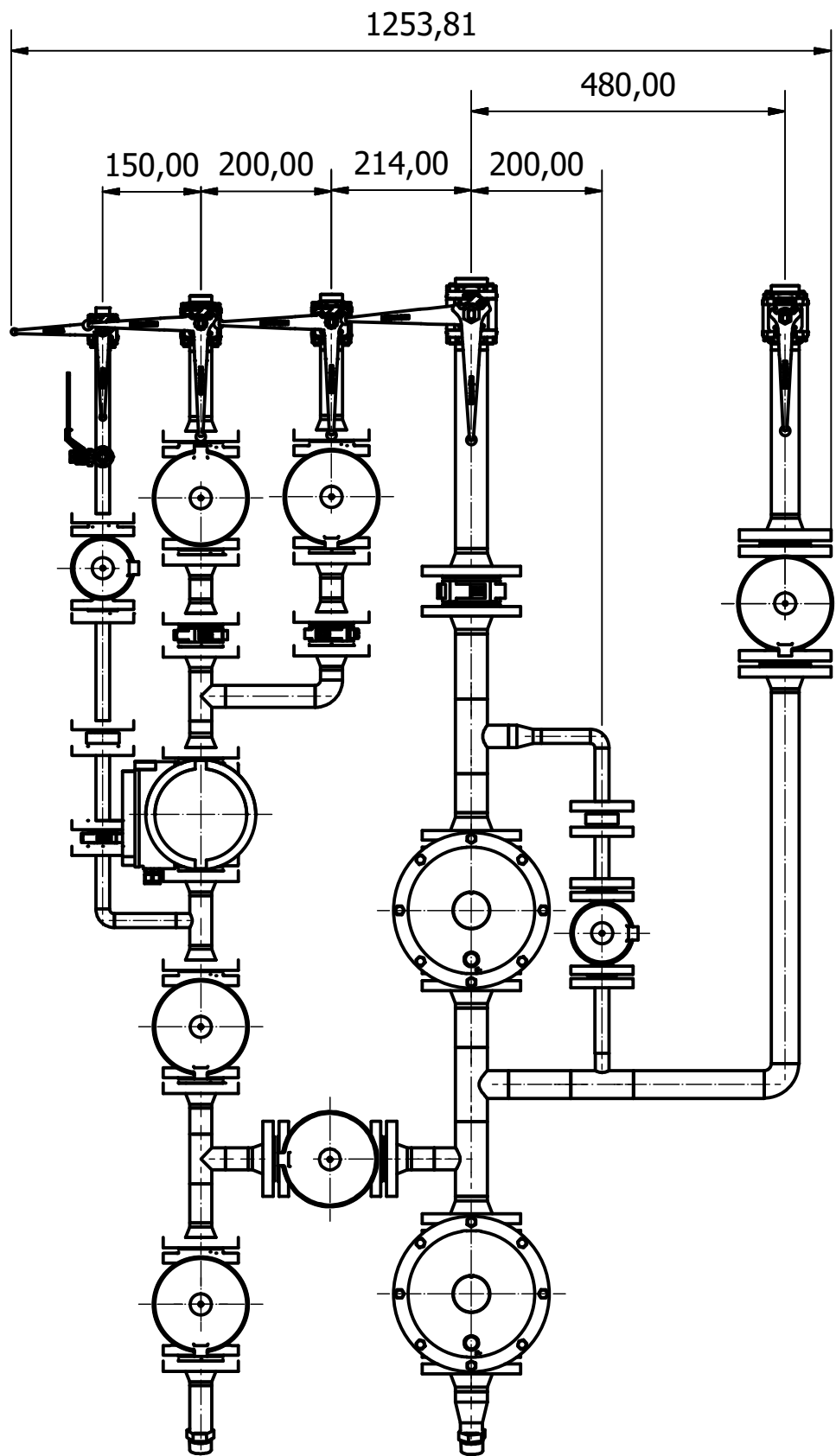
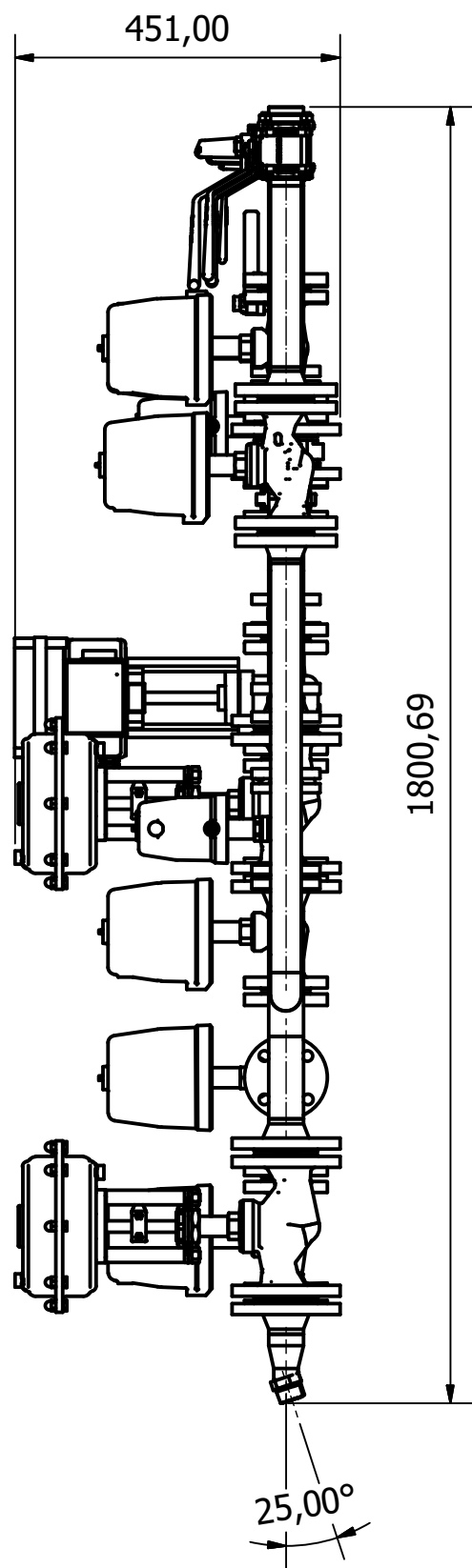
AXELEN T X-GUARD ASSEMBLY GUIDE MESH

- | | | | |
|----|-------------------------------|----|-----------------------------|
| BG | Инструкция за монтаж | IT | Istruzioni di montaggio |
| CZ | Montážní návod | LT | Surinkimo instrukcija |
| DE | Montageanleitung | LV | Montāžas instrukcijas |
| DK | Monteringsvejledning | MT | Assemblaġġ Istruzzjonijiet |
| EE | Päigaldusjuhised | NL | Montagehandleiding |
| ES | Instrucciones de montaje | PL | Instrukcja montażu |
| FI | Kokoaamisohje | PT | Instruções de montagem |
| FR | Les instructions d'assemblage | RO | Instrucțiunile de asamblare |
| GB | Assembly instructions | SE | Monteringsanvisning |
| GR | οδηγίες συναρμολόγησης | SI | Sestavljanje navodila |
| HU | Összerelési utasítások | SK | Montážny návod |
| IE | Treoracha cóimeála | | |

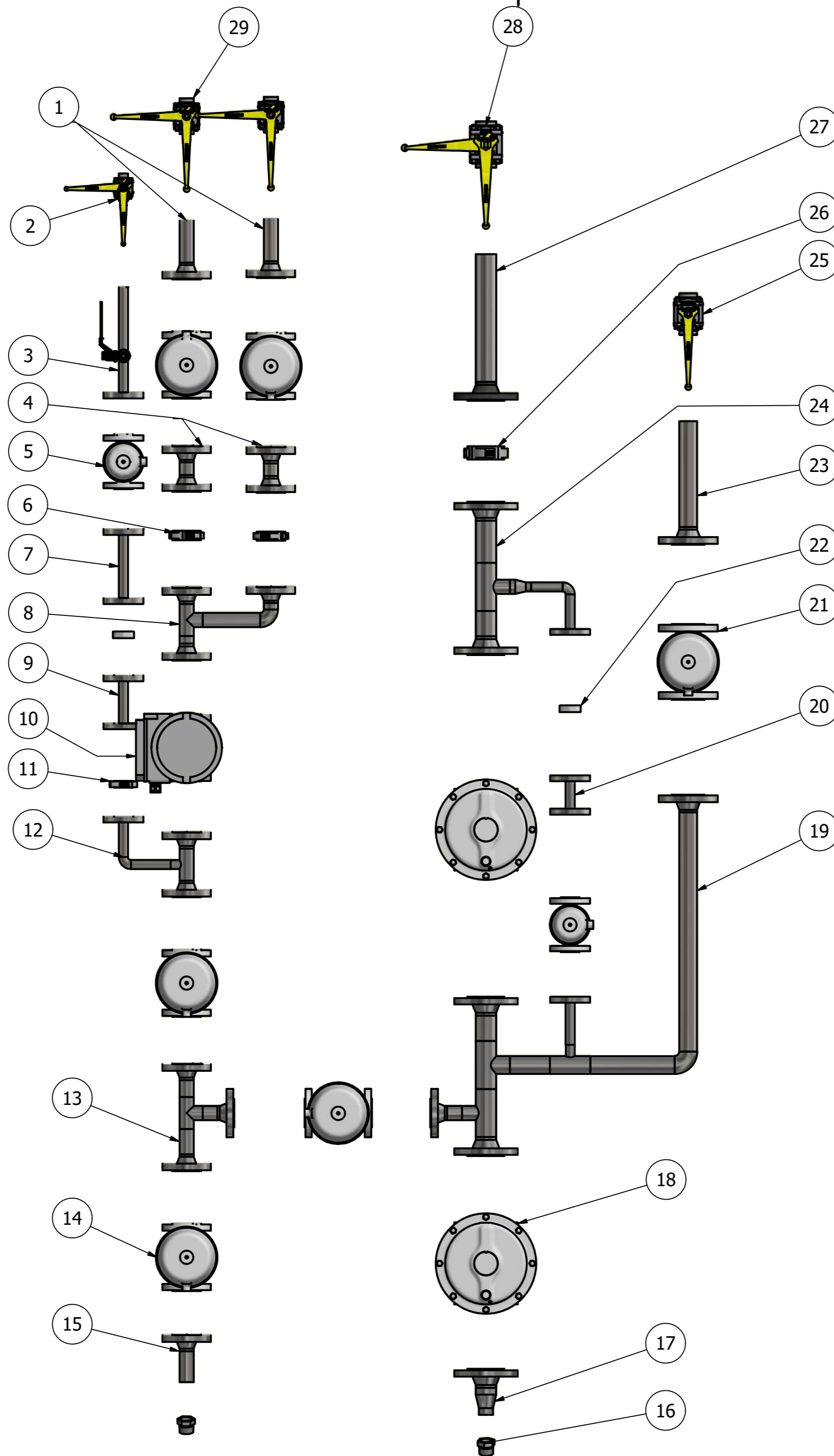
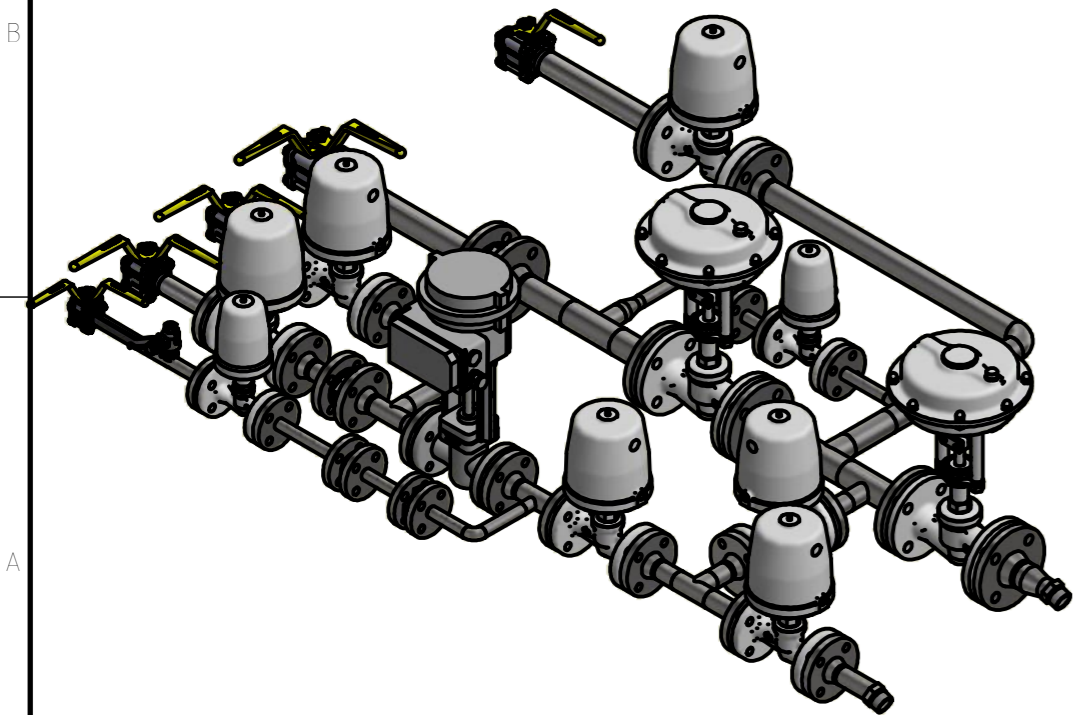


T00-01		x 2 A	x 1 B	x 1 C	
B00-002		x 2 A	x 2 B	x 2 C	x 1 D
		x 1			x 1

ANEXO B – Desenhos técnicos

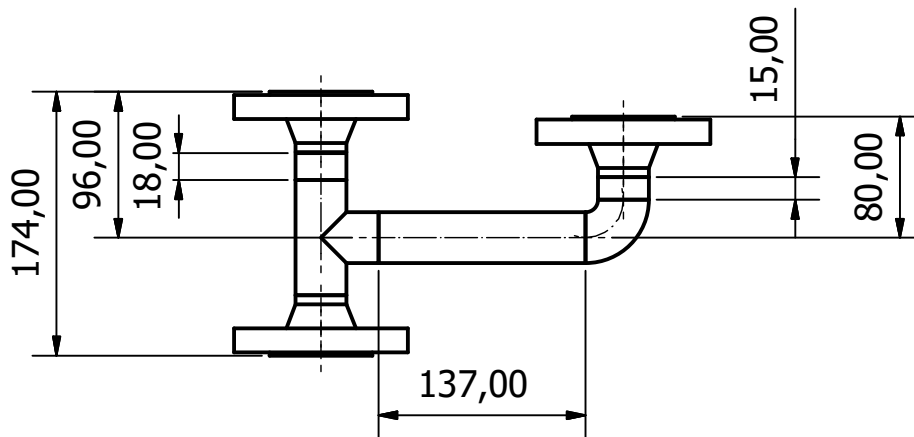
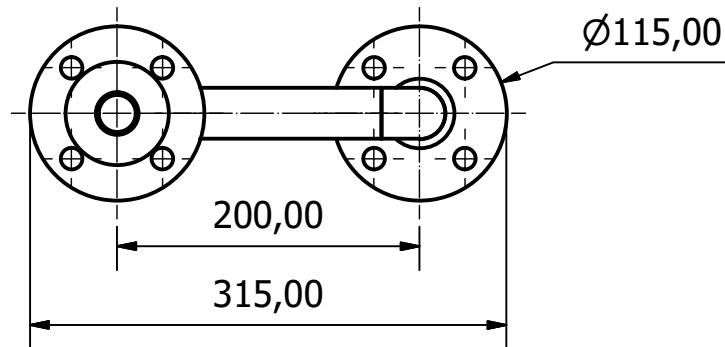
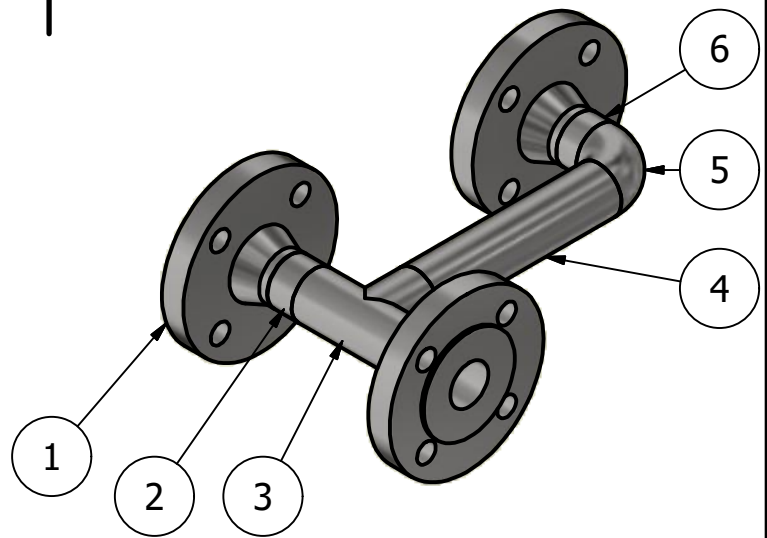


Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715					Instituto Superior de Engenharia do Porto		
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa: 88,457 kg
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	Dimensões Gerais: 451 X 1801 X 1254
			Sub-conjunto:	Aquecimento Interno		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico: N/A
			Nº Desenho:	Kit de vapor 1 cavidade		Escala:	Folha: 1 / 1
	Data:	Nome:					
Desenhou:	02/10/2018	Ana Ferreira					
Aprovou:							



Lista de peças			
Item	Qtd.	Descrição	
1	2	K6B-S1-TP-A11	
2	1	Válvula macho esférico R55HT DN15	
3	1	K6B-S2-TL-006	
4	2	K6B-S1-TP-A03	
5	2	Válvula ON/OFF DN15 S&S 7032	
6	2	Válvula de retenção PN40 DN25 Gestra RK86	
7	1	K6B-S1-TN-003	
8	1	K6B-S2-TL-002	
9	1	K6B-S1-TN-002	
10	1	Válvula proporcional DN25 S&S	
11	1	Válvula de retenção PN40 DN15 Gestra RK86	
12	1	K6B-S2-TL-001	
13	1	K6B-S2-TL-003	
14	5	Válvula ON/OFF DN25 S&S 7032	
15	1	K6B-S1-TP-A10	
16	2	Ponta roscada (Nipple) 1"	
17	1	K6B-S1-TD-106	
18	2	Válvula ON/OFF DN40 S&S 7032	
19	1	K6B-S2-TL-005	
20	1	K6B-S1-TD-203	
21	1	Válvula ON/OFF DN32 S&S 7032	
22	2	Disco calibrado d=5 mm	
23	1	K6B-S2-TV-001	
24	1	K6B-S2-TL-004	
25	1	Válvula macho esférico R55HT DN32	
26	1	Válvula de retenção PN40 DN40 Gestra RK86	
27	1	K6B-S1-TD-101	
28	2	Válvula macho esférico R55HT DN40	
29	1	Válvula macho esférico R55HT DN25	

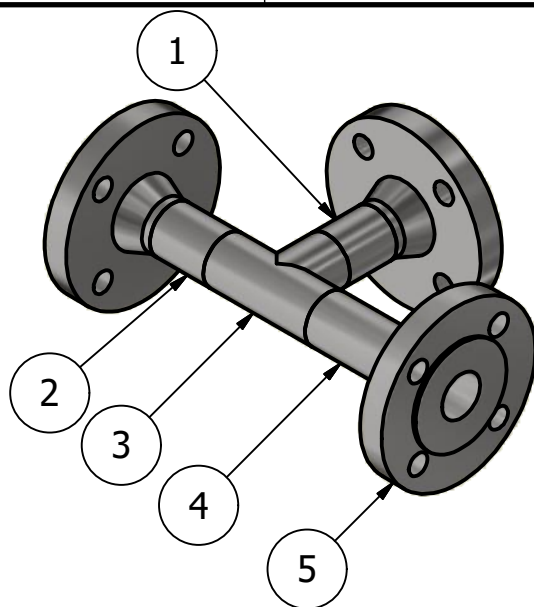
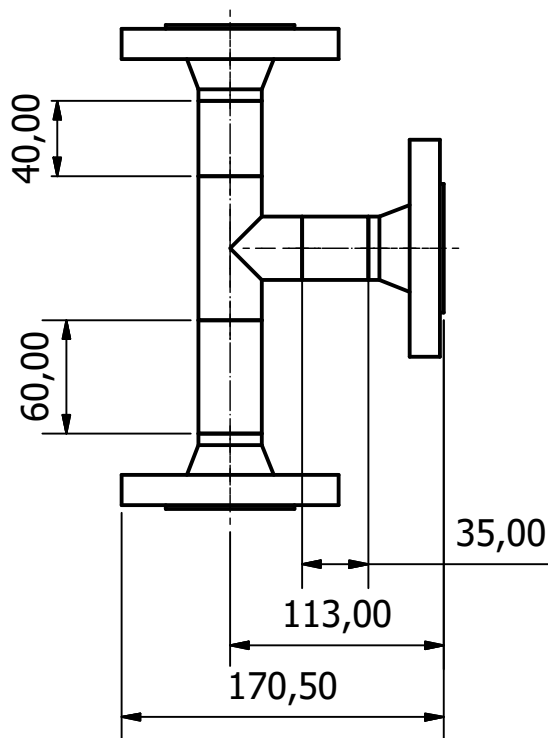
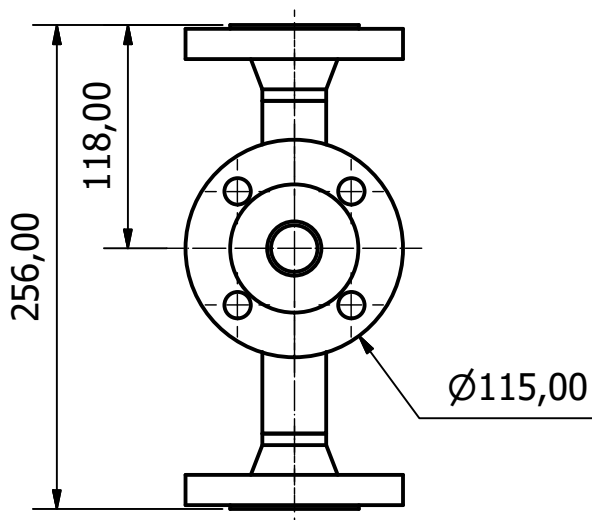
Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715					
Projeto:	Canal 6B	Materia:	88,457 kg		
Conjunto:	Kit de vapor	Qtd.:	32	Dimensões Gerais: -	
Sub-conjunto:	Aquecimento Interno	Acabamento Superficial:	-	Tratamento Térmico: -	
Nº Desenho:	Kit interno 1 cavidade vista explodida	Escala:	1 : 9	Folha: 1 / 1	



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	3	Flange Welding Neck DIN 2635 DN25 PN 40
2	18,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
3	1	Tê igual em aço ao carbono DIN 2615-1 DN 25
4	137,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
5	1	Curva a 90° em aço ao carbono DIN 2605 DN25
6	15,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1
			Sub-conjunto:	Aquecimento Interno		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6B-S2-TL-002		Escala:	1 : 5
					Folha:		1 / 1



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	35,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
2	40,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
3	1	Tê igual DIN 2615-1 DN25
4	60,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
5	3	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN 25 PN 40

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1
			Sub-conjunto:	Aquecimento interno		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6B-S2-TL-003		Escala:	1 : 4
					Folha:		1 / 1

F

E

D

C

B

A

4

3

2

1

4

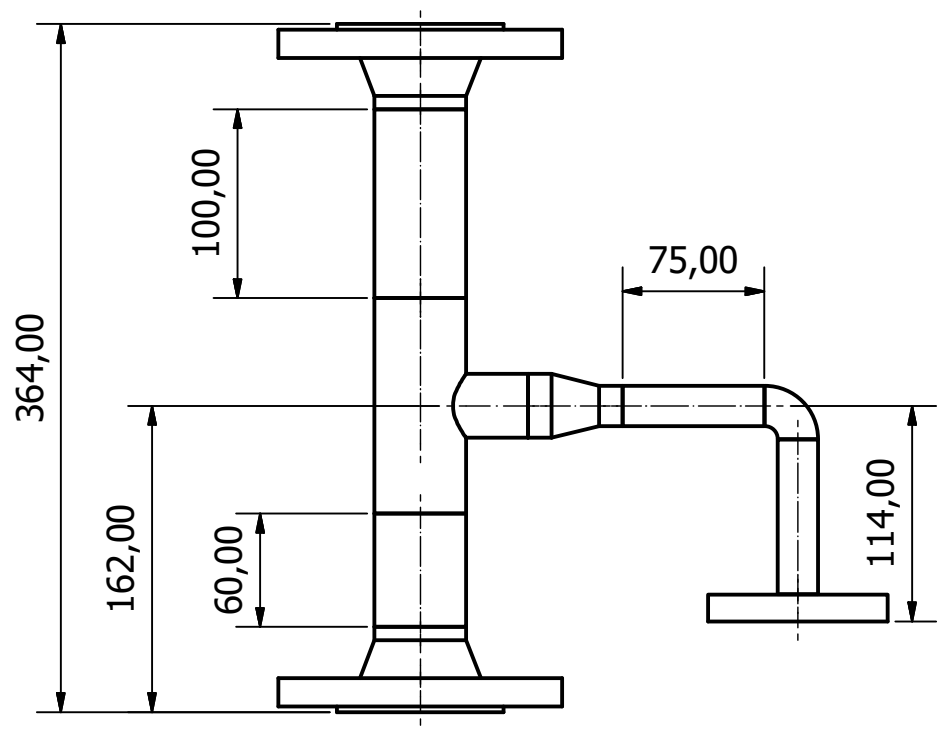
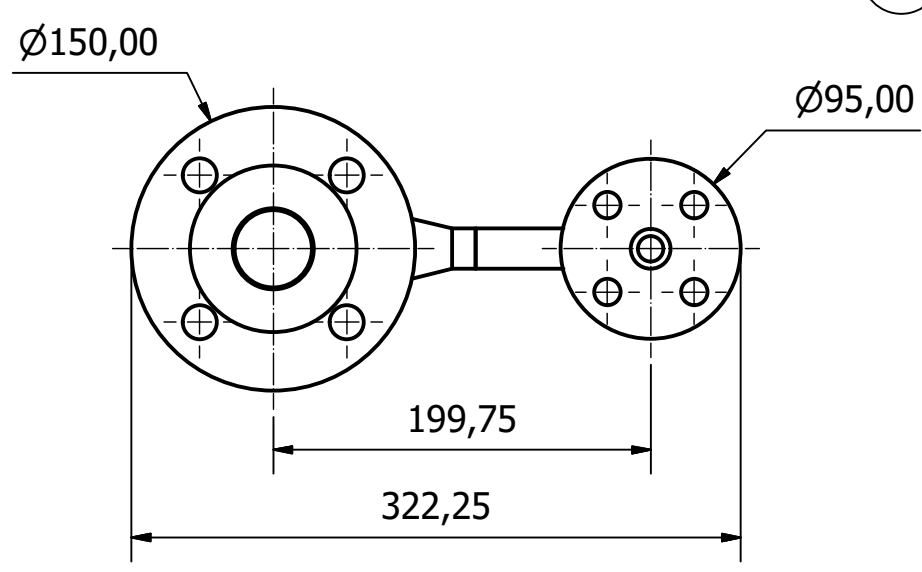
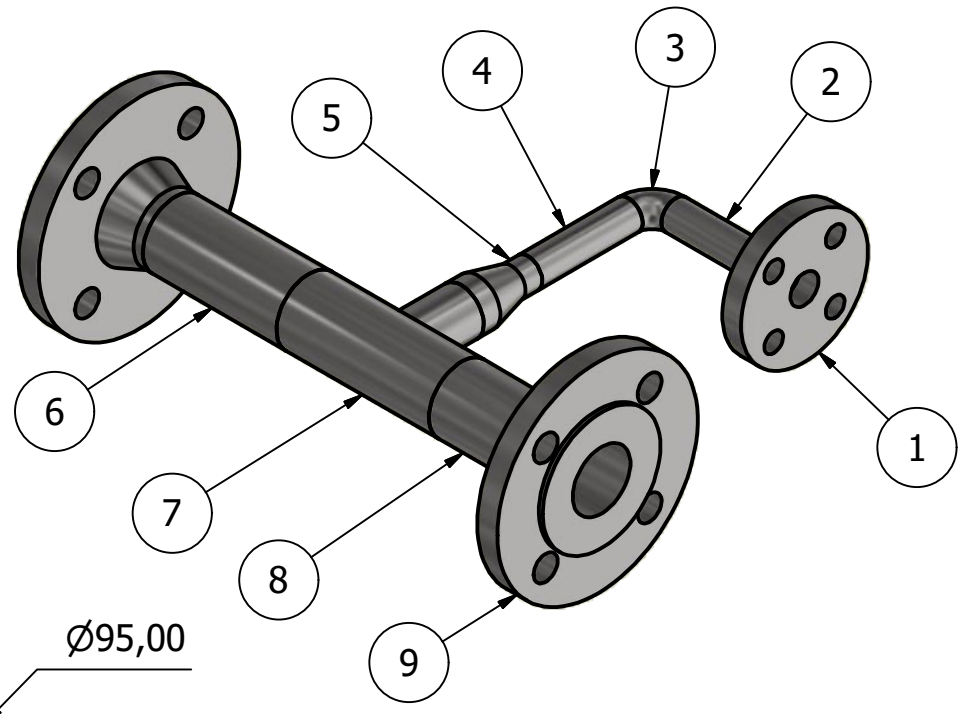
3

2

1

A4

4 3 2 1



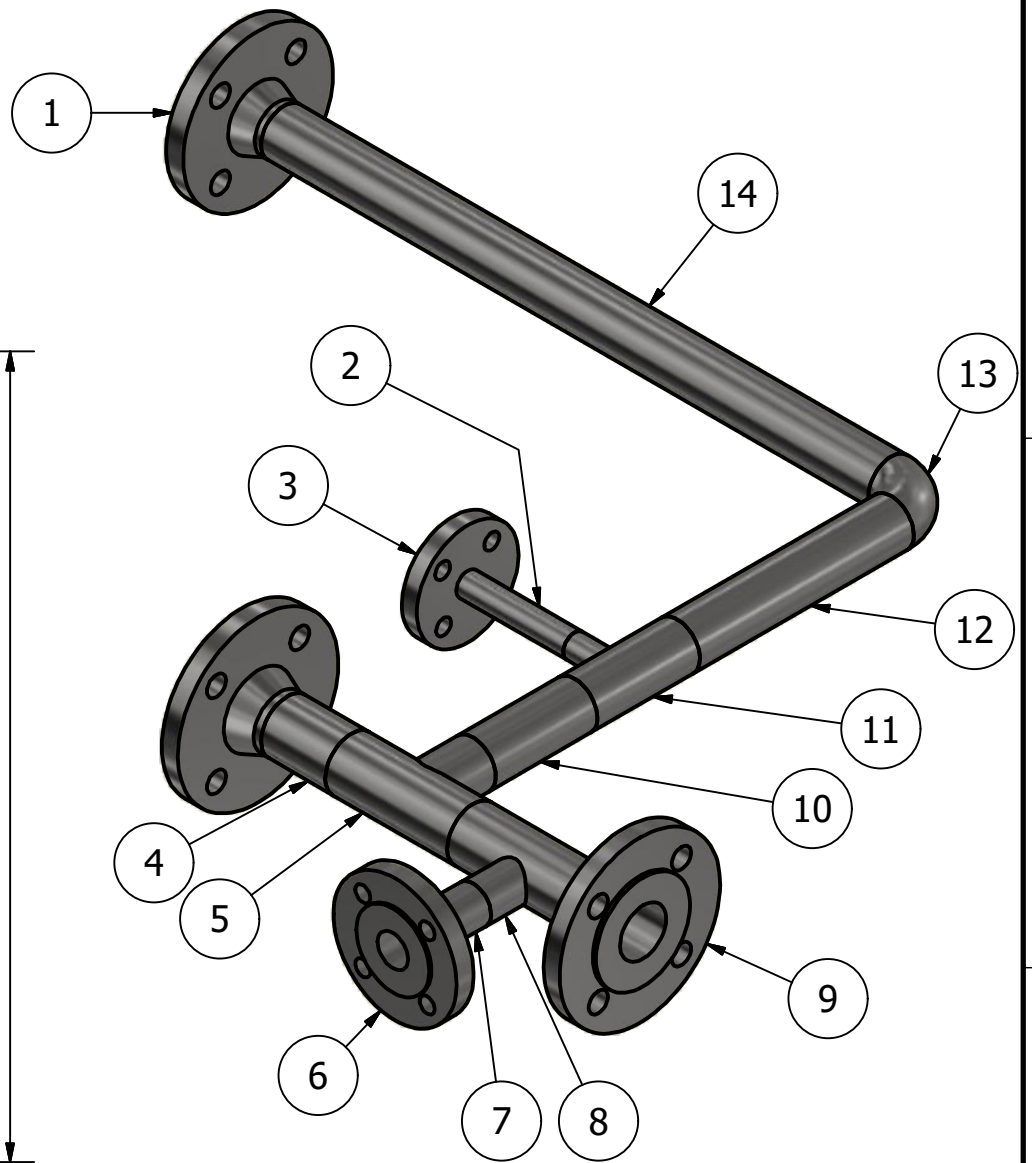
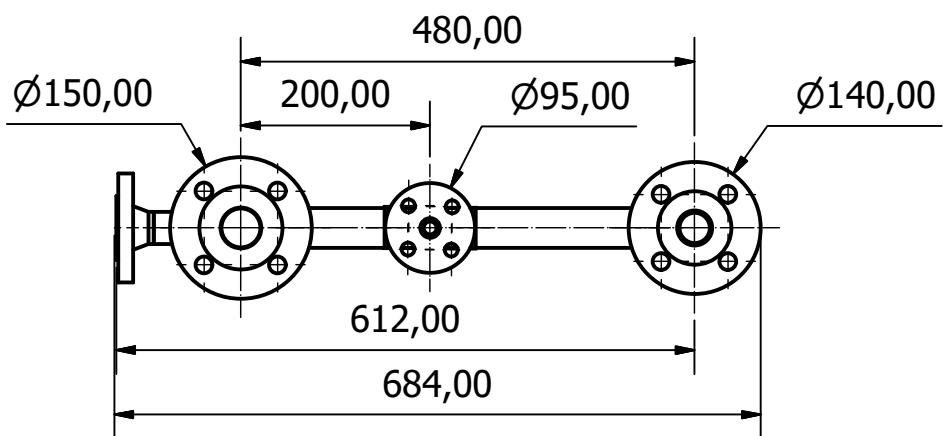
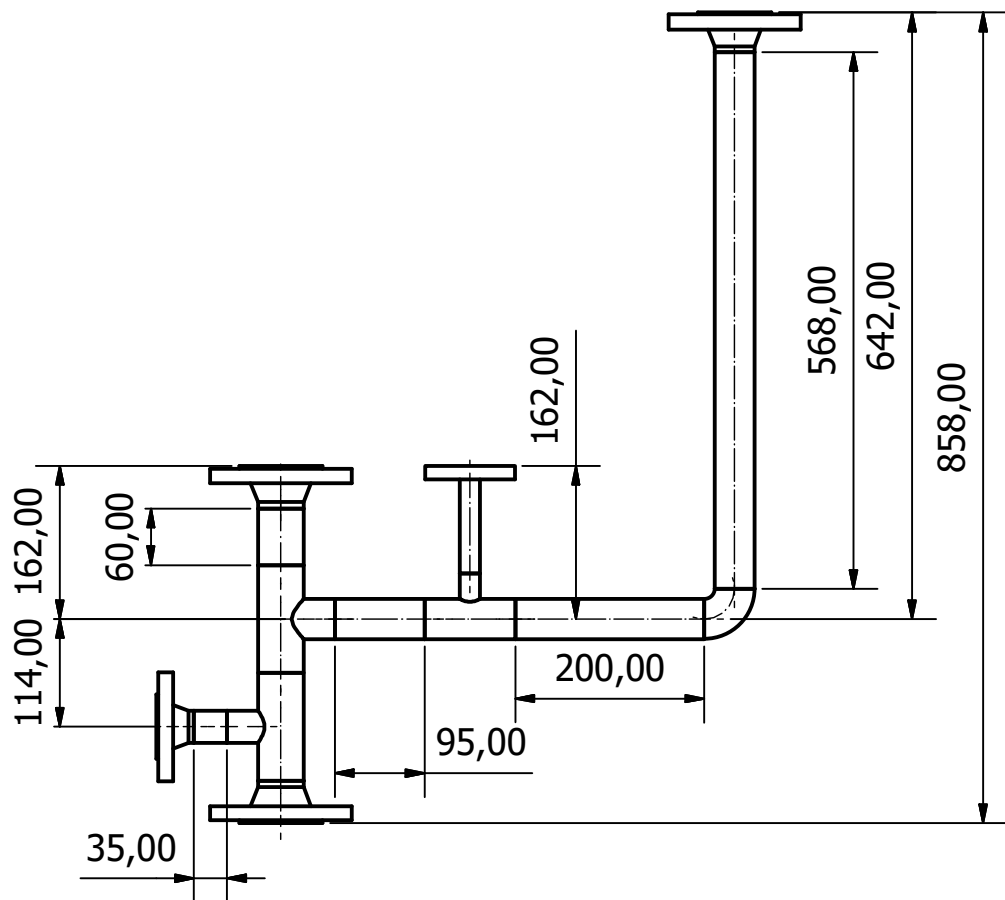
Nota: A redução concêntrica DN40/DN15 pode ser removida, optando-se assim por um tê com redução DN40/DN15.

Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "Slip on" DIN 2503 DN 15 PN 40
2	91,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
3	1	Curva em aço ao carbono a 90° DIN 2605 DN15
4	75,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
5	1	Redução concêntrica DIN 2616 DN25/DN15
6	100,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN40 Sch.80
7	1	Tê com redução DIN 2615-1 DN40/DN25
8	60,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN40 Sch.80
9	2	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN 40 PN 40

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715						
			Projeto:	Canal 6B	Material:	Massa: N/A
			Conjunto:	Kit de vapor	Qtd.:	1
			Sub-conjunto:	Aquecimento Interno	Acabamento Superficial:	-
			Nº Desenho:	K6B-S2-TL-004	Escala:	1 : 4
					Folha:	1 / 1

4 3 2 1 A3



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN 32 PN 40
2	109,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
3	1	Flange "Slip on" DIN 2503 DN 15 PN 40
4	60,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN40 Sch.80
5	1	Tê com redução DIN 2615-1 DN40/DN32
6	1	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN 25 PN 40
7	35,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
8	1	Tê com redução DIN 2615-1 DN40/DN25
9	2	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN 40 PN 40
10	95,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN32 Sch.80
11	1	Tê com redução DIN 2615-1 DN32/DN15
12	200,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN32 Sch.80
13	1	Curva em aço ao carbono a 90° DIN 2605 DN32
14	568,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN32 Sch.80

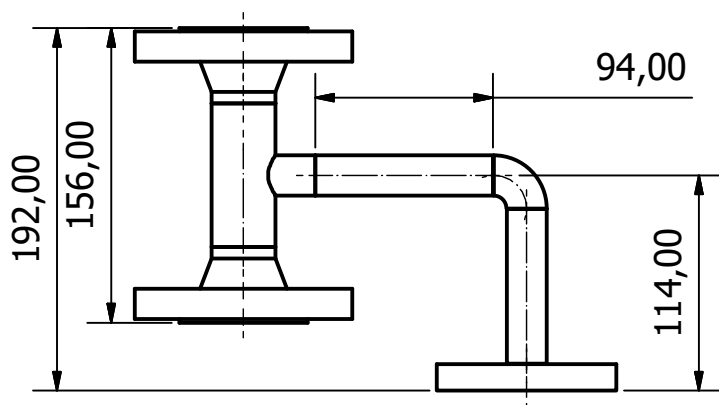
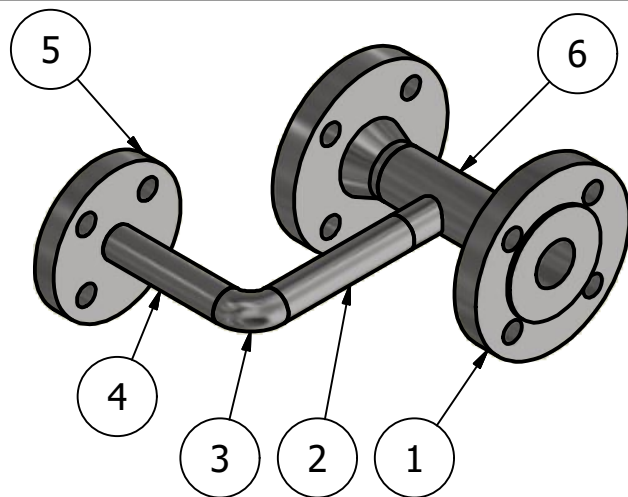
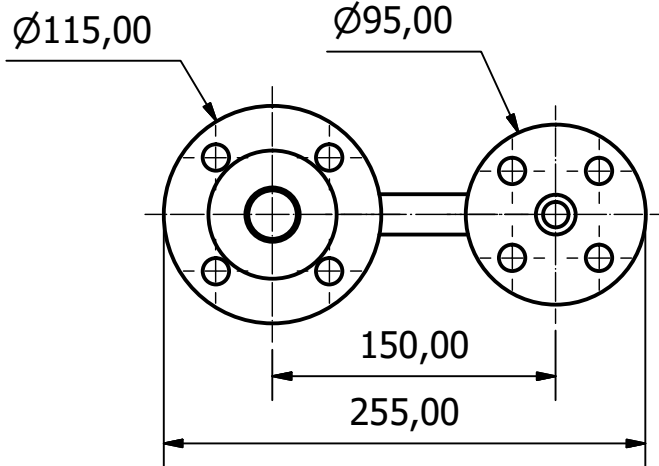
Toleranciamento ISO 8015
Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK
Rugosidades gerais ISO 1302
Cantos e chanfros gerais ISO 13715

Continental

isep Instituto Superior de Engenharia do Porto

Projeto:	Canal 6B	Material:	Massa:	13,644 kg
Conjunto:	Kit de vapor	Qtd.:	Dimensões Gerais:	150 X 684 X 858
Sub-conjunto:	Aquecimento Interno	Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:	-
Nº Desenho:	K6B-S2-TL-005	Escala:	Folha:	1 / 1

Data:	Nome:
Desenhou:	Ana Ferreira
Aprovou:	



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	2	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN 25 PN 40
2	94,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
3	1	Curva em aço ao carbono a 90° DIN 2605 DN15
4	91,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
5	1	Flange "Slip on" DIN 2503 DN 15 PN 40
6	1	Tê com redução em aço ao carbono DIN 2615-1 DN25/DN15

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa: 3,819 kg
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1
			Sub-conjunto:	Aquecimento interno		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico: -
			Nº Desenho:	K6B-S2-TL-006		Escala:	1 : 4
					Folha:		1 / 1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

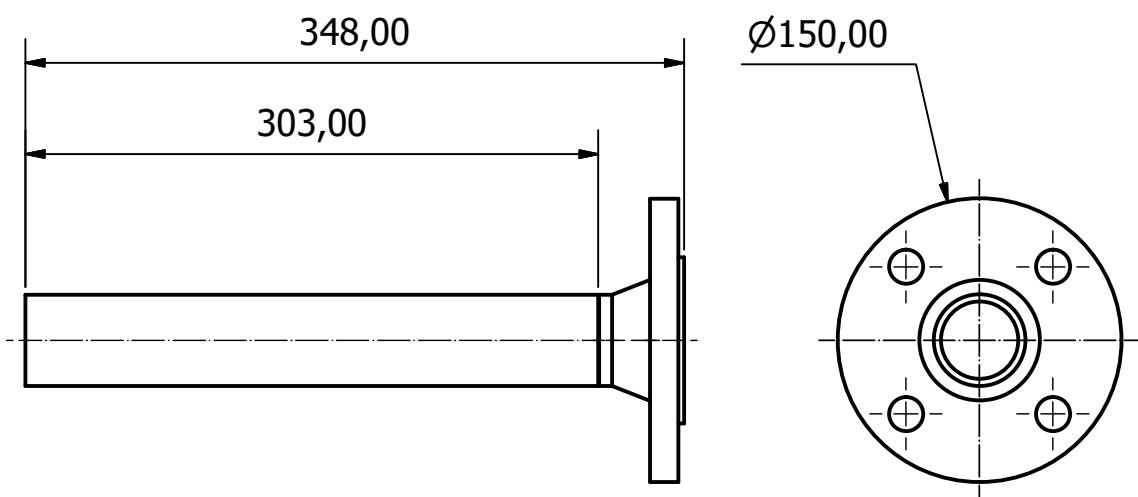
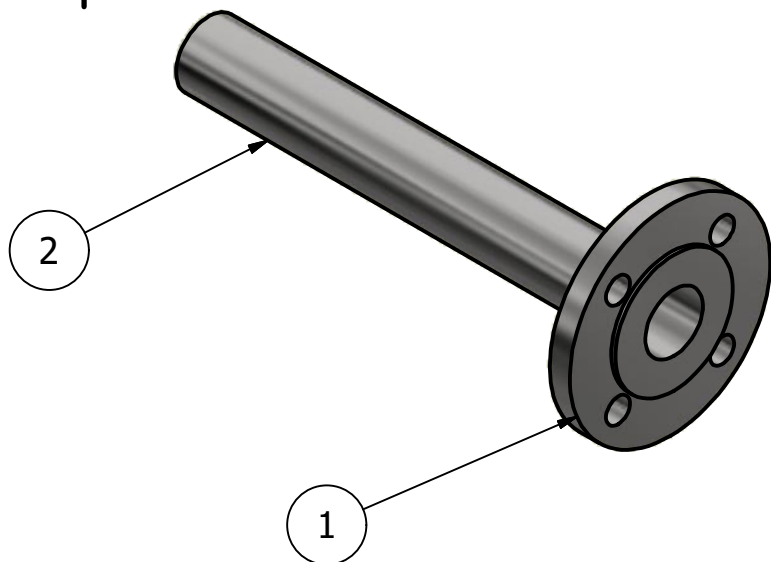
C

B

B

A

A



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN 40 PN 40
2	303,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN40 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715						
		Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa: 3,283 kg
	Data:	Nome:	Conjunto:	Kit de vapor	Qtd.:	1
Desenhou:	30/09/2018	Ana Ferreira	Sub-conjunto:	Aquecimento Interno	Acabamento Superficial:	-
Aprovou:			Nº Desenho:	K6B-S1-TD-101	Escala:	1 : 4
					Folha:	1 / 1

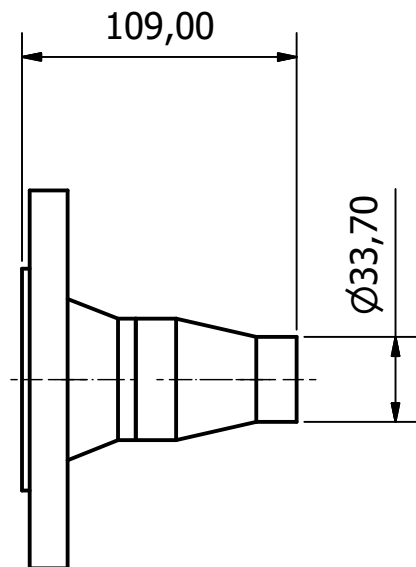
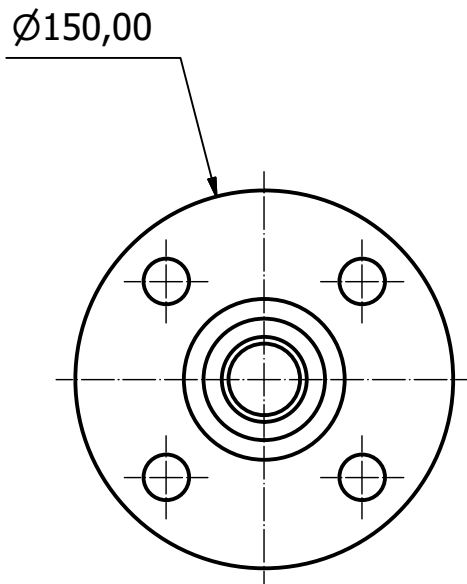
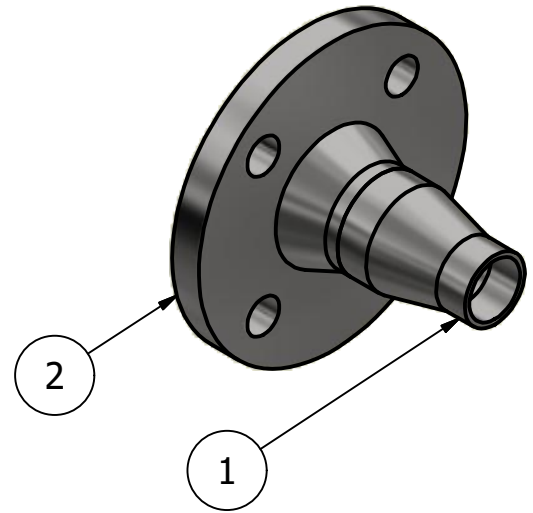
4

3

2

1

A4



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Redução concêntrica DIN 2616 DN40/DN25
2	1	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN 40 PN 40

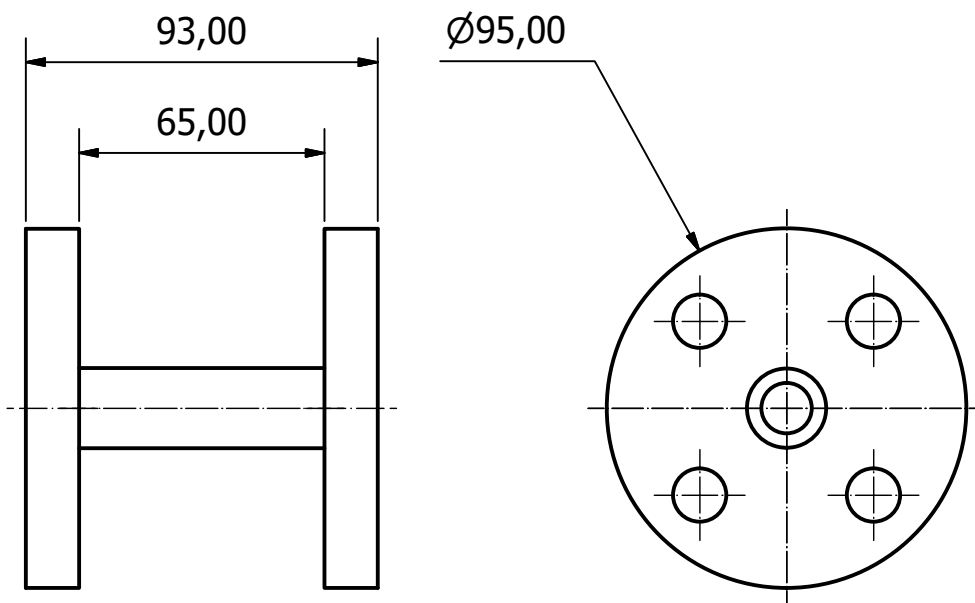
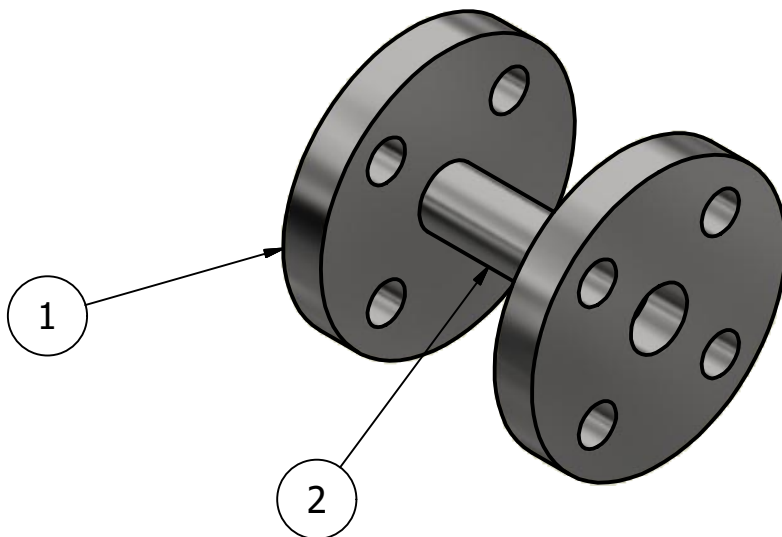
Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1
			Sub-conjunto:	Aquecimento Interno		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6B-S1-TD-106		Escala:	1 : 3
					Folha:		1 / 1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

4 3 2 1

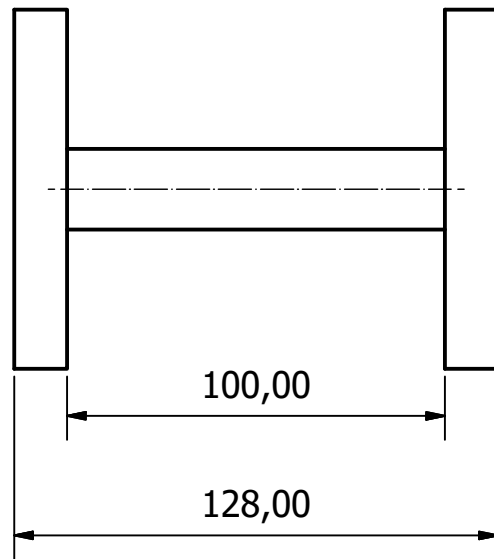
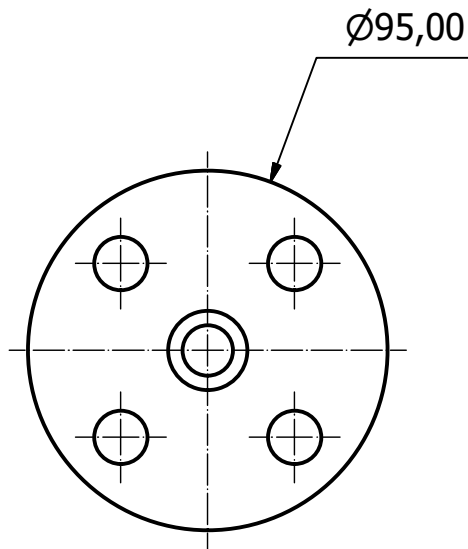
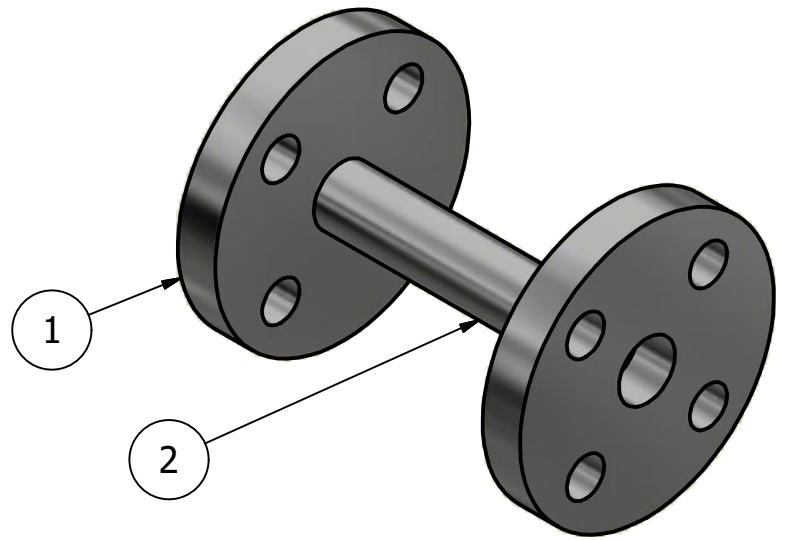
4 3 2 1 A4



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	2	Flange "Slip on" DIN 2503 DN 15 PN 40
2	83,000 mm	Tubo DIN 2448 DN15 Sch.80

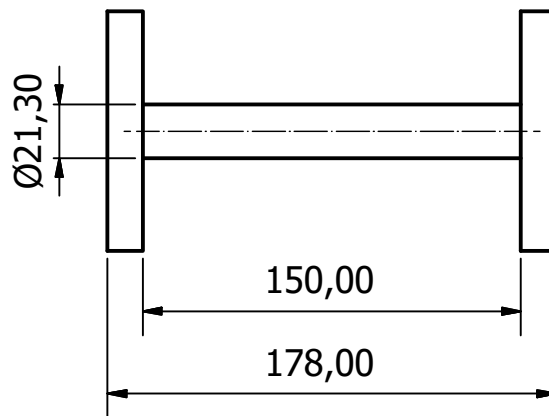
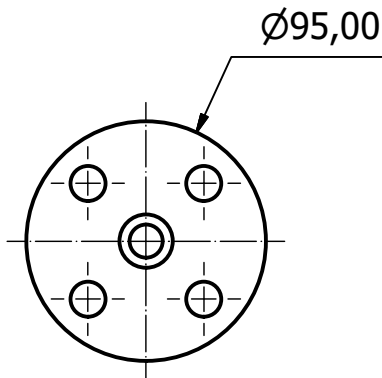
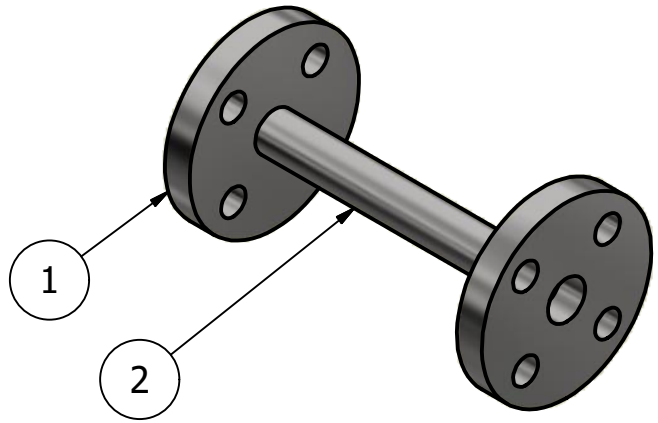
Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715					Instituto Superior de Engenharia do Porto		
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1,457 kg
			Sub-conjunto:	Aquecimento Interno		Qtd.:	1
			Nº Desenho:	K6B-S1-TD-203		Acabamento Superficial:	Dimensões Gerais:
						-	95 X 95 X 93
						Escala:	Tratamento Térmico:
						1 : 2	-
						Folha:	1 / 1



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	2	Flange "slip-on" DIN 2503 DN15
2	118,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715						
		Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
		Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1,517 kg
	Data:	Nome:	Sub-conjunto:	Aquecimento interno	Qtd.:	1
Desenhou:	30/09/2018	Ana Ferreira	Acabamento Superficial:	-	Dimensões Gerais:	95 X 95 X 128
Aprovou:			Nº Desenho:	K6B-S2-TN-002	Tratamento Térmico:	-
				Escala:	1 : 2	Folha:
						1 / 1



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	2	Flange "slip-on" DIN 2503 DN15
2	150,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715						
		Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
		Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	Dimensões Gerais:
		Sub-conjunto:	Aquecimento Interno		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
		Nº Desenho:	K6B-S1-TN-003		Escala:	Folha:
					1 : 3	1 / 1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

4

3

2

1

4

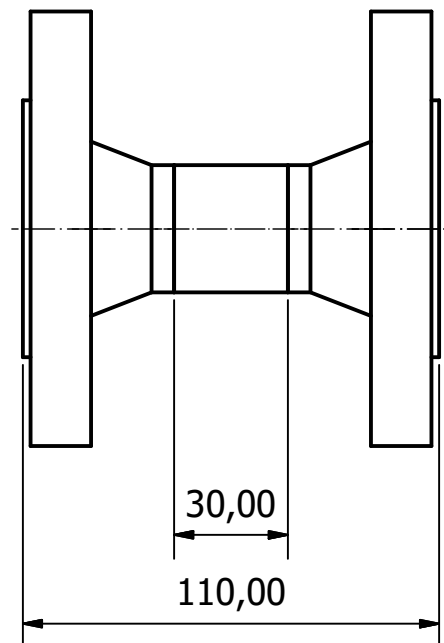
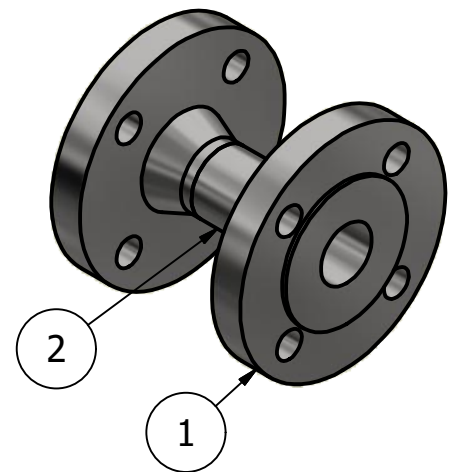
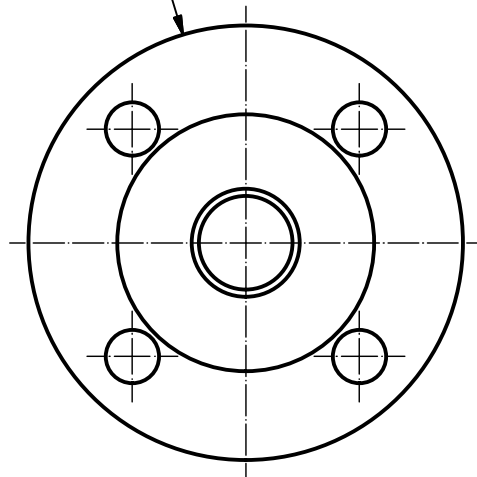
3

2

1

A4

Ø115,00



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	2	Flange "Welding neck" DIN 2635 DN25 PN 40
2	30,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80

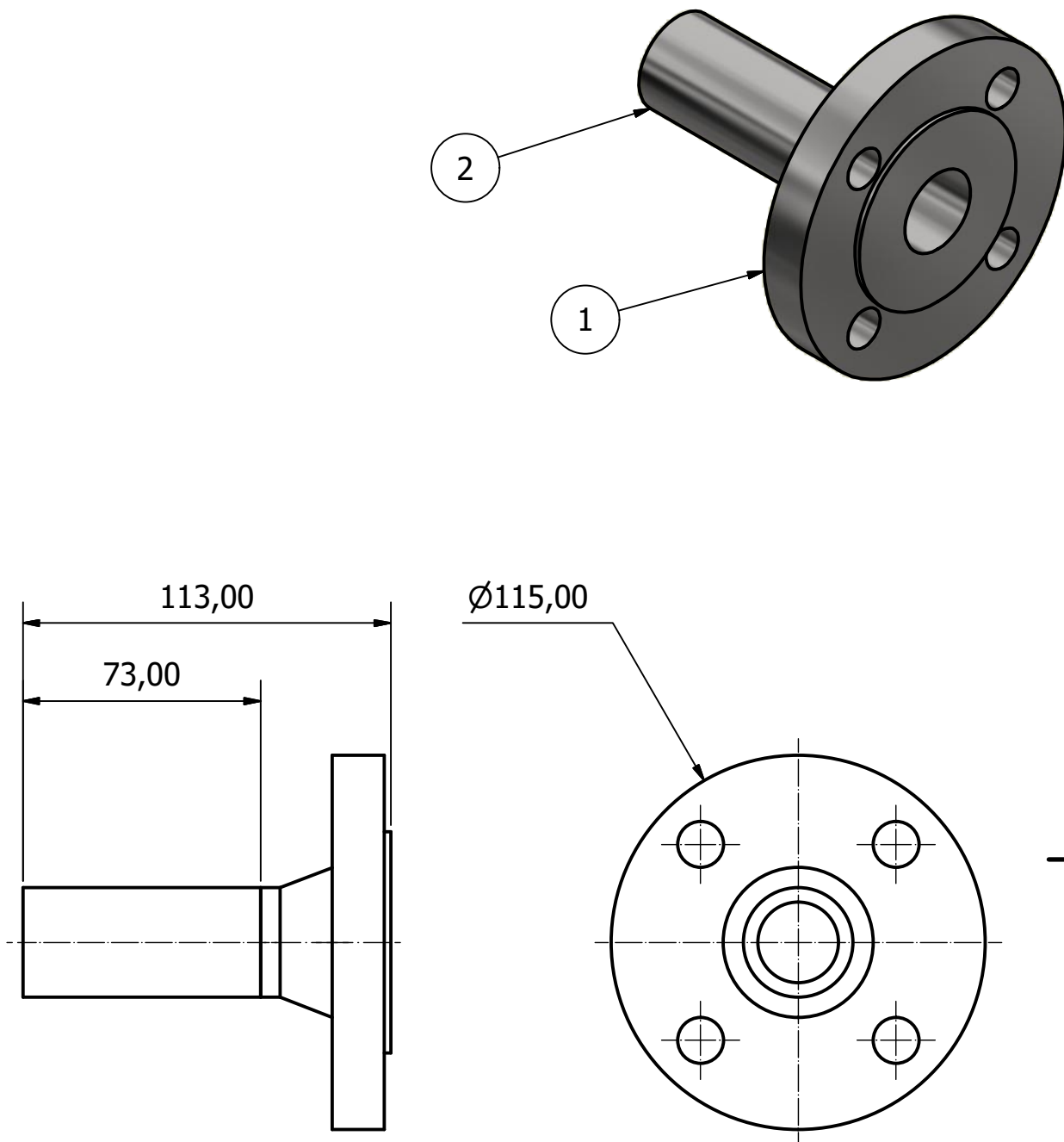
Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	2
			Sub-conjunto:	Aquecimento Interno		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6B-S1-TP-A03		Escala:	1 : 2
					Folha:		1 / 1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

4 3 2 1

4 3 2 1 A4



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN25
2	73,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715					Instituto Superior de Engenharia do Porto		
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1
			Sub-conjunto:	Aquecimento Interno		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6B-S1-TP-A10		Escala:	1 : 2
					Folha:		1 / 1



Data:

Nome:

Desenhou:

30/09/2018

Ana Ferreira

Aprovou:

4

3

2

1

A4

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

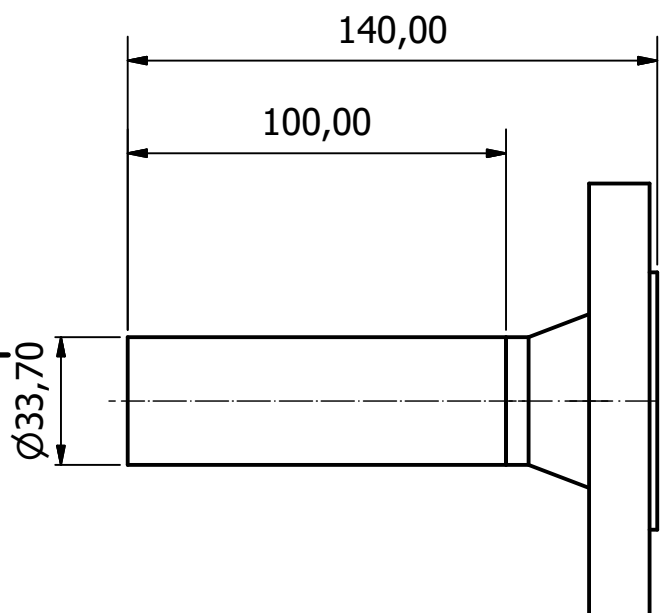
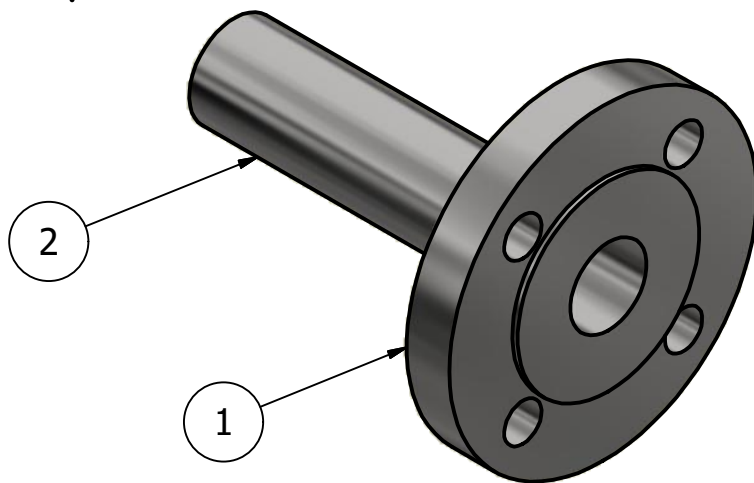
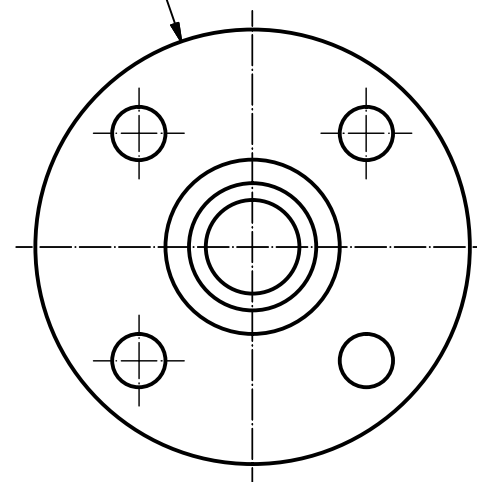
C

B

B

A

A

 $\varnothing 115,00$ 

Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "welding neck" DN25 DIN 2635
2	100,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715						
		Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
		Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	2
		Sub-conjunto:	Aquecimento Interno		Acabamento Superficial:	-
		Nº Desenho:	K6B-S1-TP-A11		Escala:	1 : 2
				Massa:		1,608 kg
				Qtd.:		2
				Dimensões Gerais:		115 X 115 X 140
				Acabamento Superficial:		-
				Folha:		1 / 1

4

3

2

1

A4

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

A

A

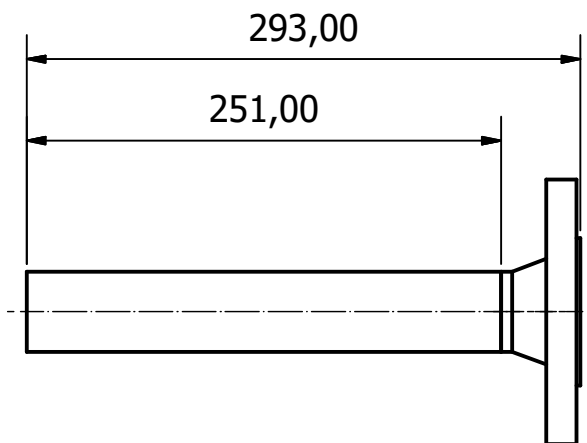
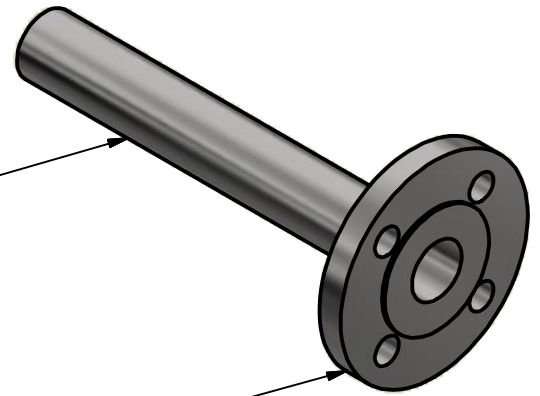
4

3

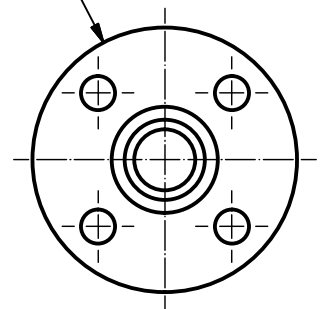
2

1

A4



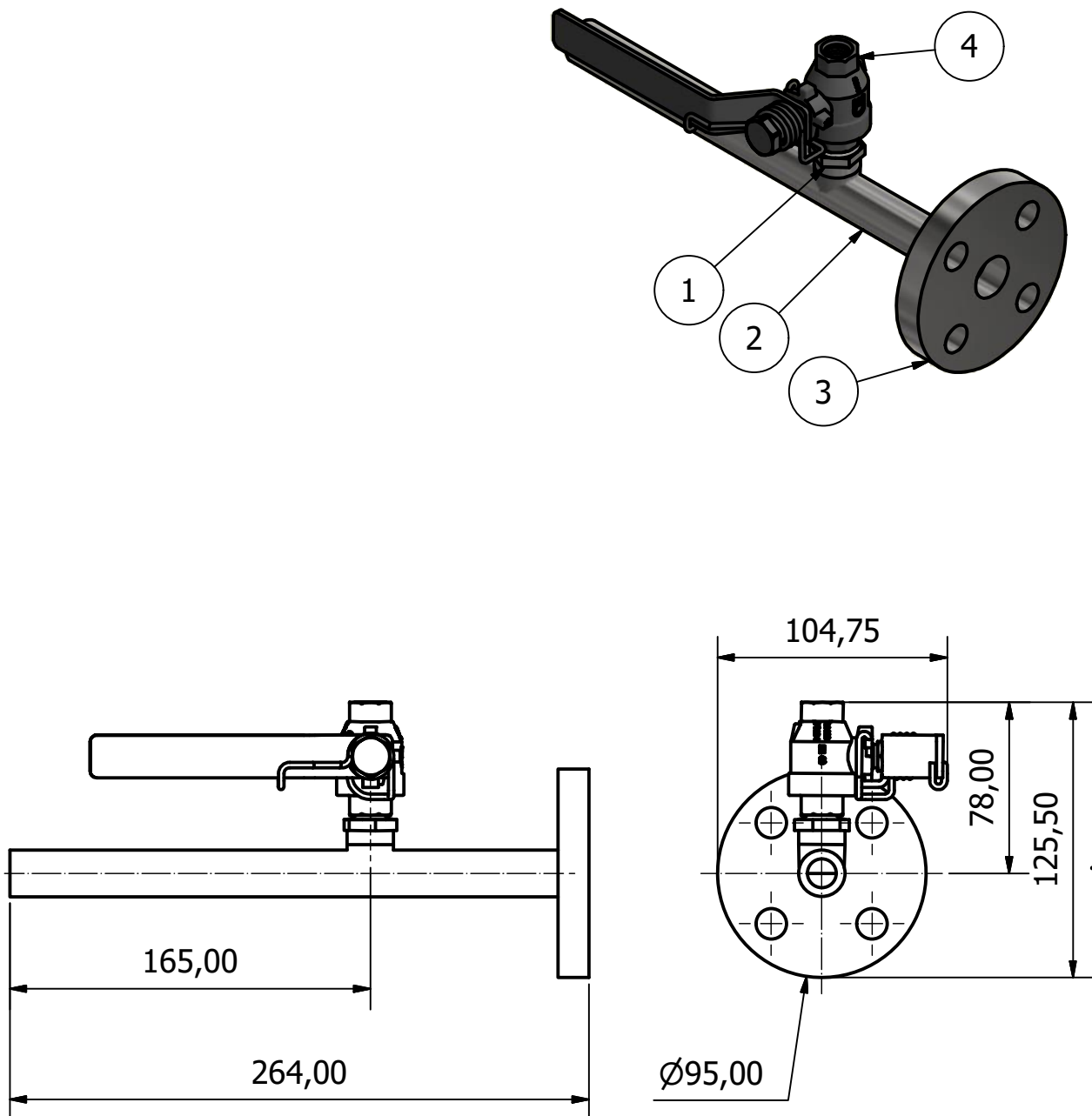
Ø140,00



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN 32 PN 40
2	251,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN32 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
		Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa: 3,017 kg	
	Data:	Nome:	Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.: 1	Dimensões Gerais: 140 X 140 X 293
Desenhou:	30/09/2018	Ana Ferreira	Sub-conjunto:	Aquecimento interno		Acabamento Superficial: -	Tratamento Térmico: -
Aprovou:			Nº Desenho:	K6B-S1-TV-001		Escala: 1 : 4	Folha: 1 / 1



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Ponta roscada (Nipple) com redução 1/2" x 1/4"
2	259,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
3	1	Flange "Slip-On" DIN 2503 DN15 PN 40
4	1	Válvula macho esférico 1/4"

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1
			Sub-conjunto:	Aquecimento Interno		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6S-S2-TL-001		Escala:	1 : 3
					Folha:		1 / 1



Data:

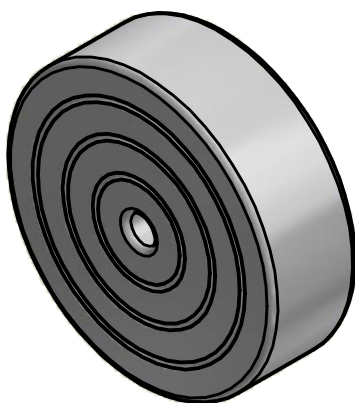
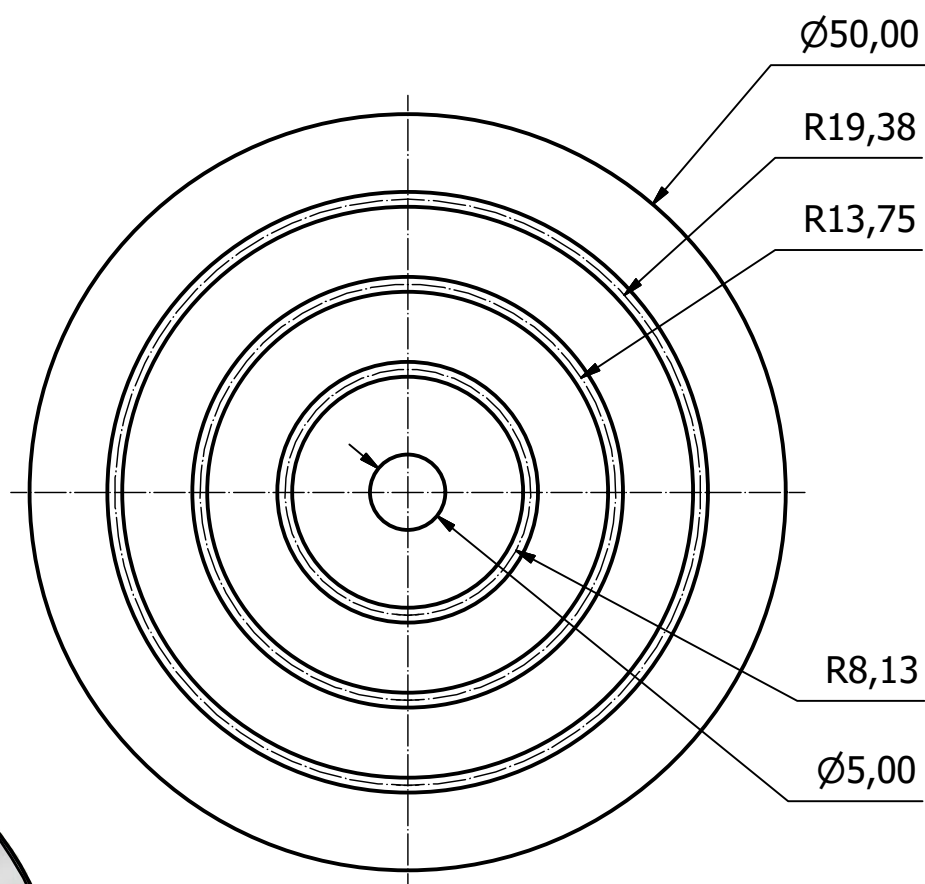
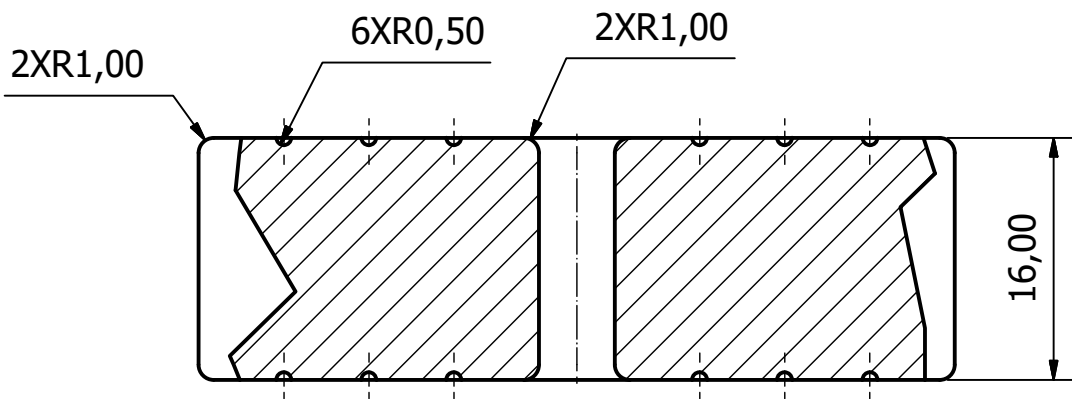
Nome:

Desenhou:

01/10/2018

Ana Ferreira

Aprovou:



Toleranciamento ISO 8015
 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK
 Rugosidades gerais ISO 1302
 Cantos e chanfros gerais ISO 13715



Projeto:	Canal 6B	Material:	Stainless Steel AISI 304	Massa:	0,247 kg
Conjunto:	Kit de vapor	Qtd.:	64	Dimensões Gerais:	
Sub-conjunto:	Aquecimento Interno	Acabamento Superficial:		Tratamento Térmico:	
Nº Desenho:	Disco calibrado 5 mm	Escala:	2 : 1	Folha:	1 / 1

	Data:	Nome:
--	-------	-------

Desenhou:	11/09/2018	Ana Ferreira
-----------	------------	--------------

Aprovou:		
----------	--	--

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

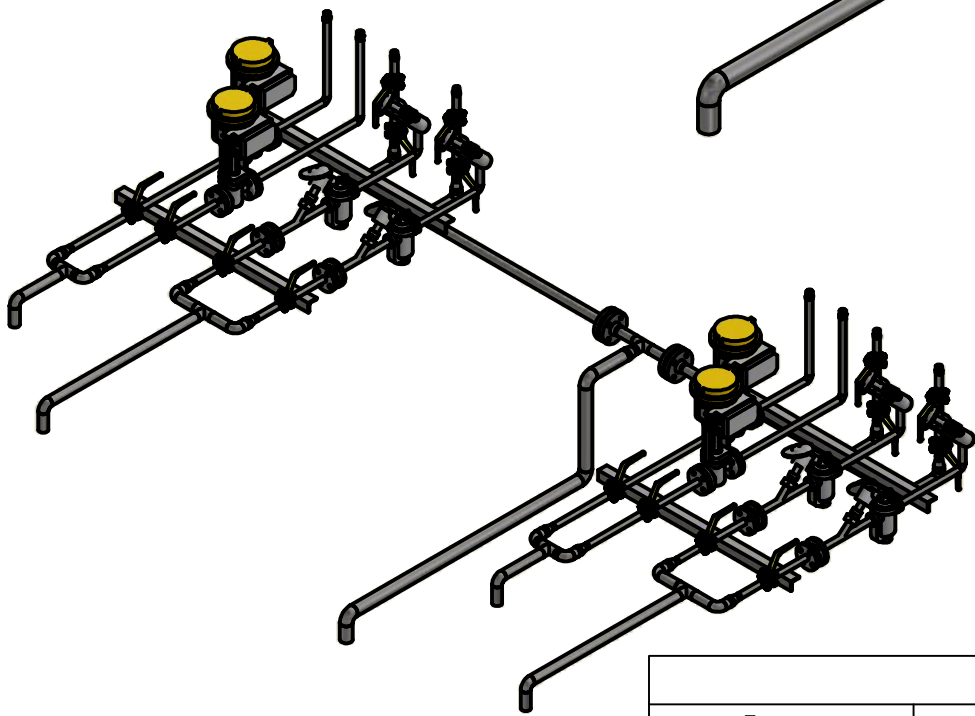
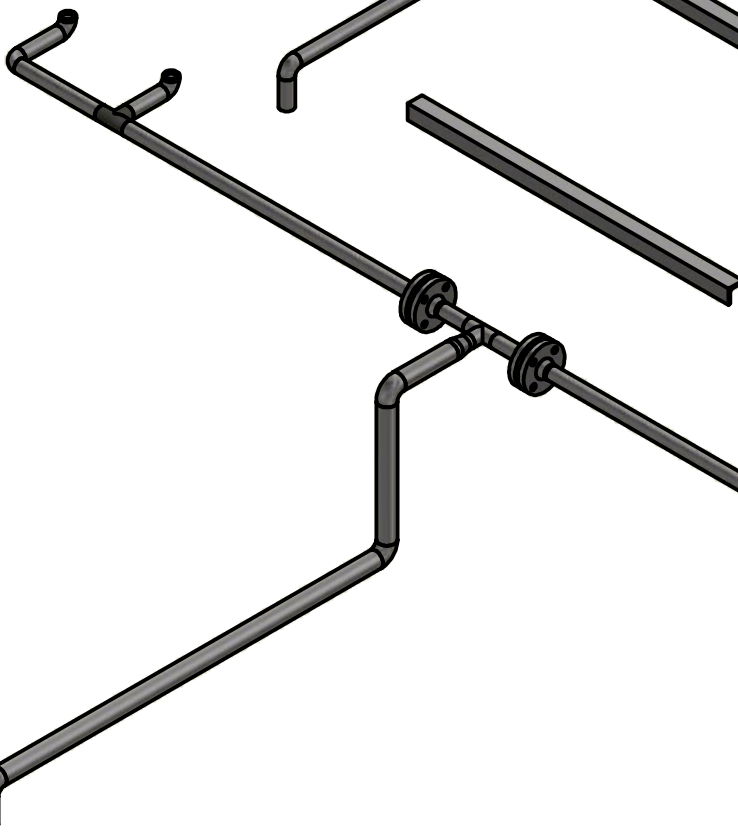
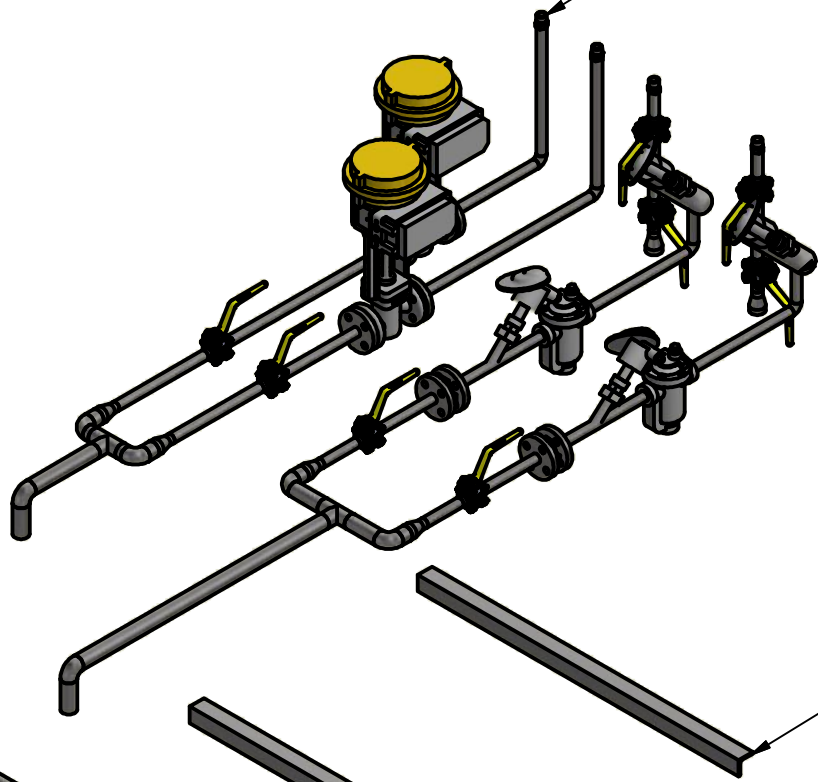
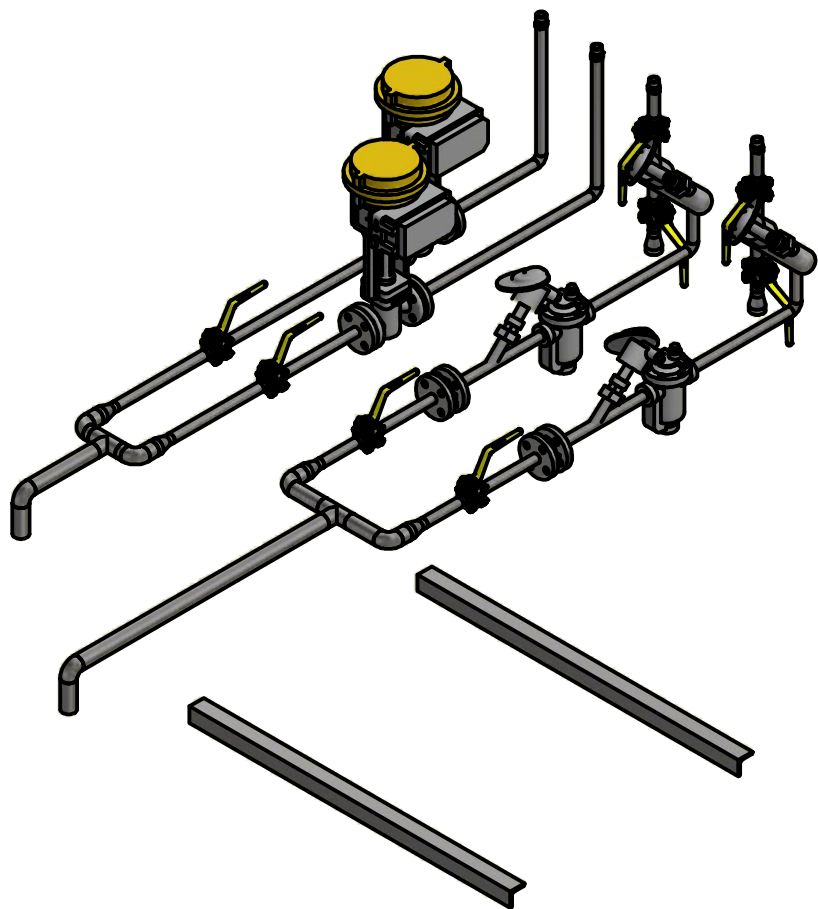
C

B

B

A

A



1

2

3

4

Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	2	K6BE-S0-TV-000
2	2	K6BE-S0-TC-000
3	4	Perfil "L" 40X40X5
4	1	K6BE-S0-TD-000

Toleranciamento ISO 8015
Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK
Rugosidades gerais ISO 1302
Cantos e chanfros gerais ISO 13715



Data:

Nome:

Projeto:

Canal 6B

Material:

Massa:
96,652 kg

Conjunto:

Kit de vapor

Qtd.:

16

Dimensões Gerais:

-

Desenhou:

02/10/2018

Ana Ferreira

Sub-conjunto:

Aquecimento Externo

Acabamento Superficial:

Tratamento Térmico:

-

Aprovou:

Nº Desenho:

Kit externo 2 cavidades vista explodida

Escala:

1 : 15

Folha:

1 / 1

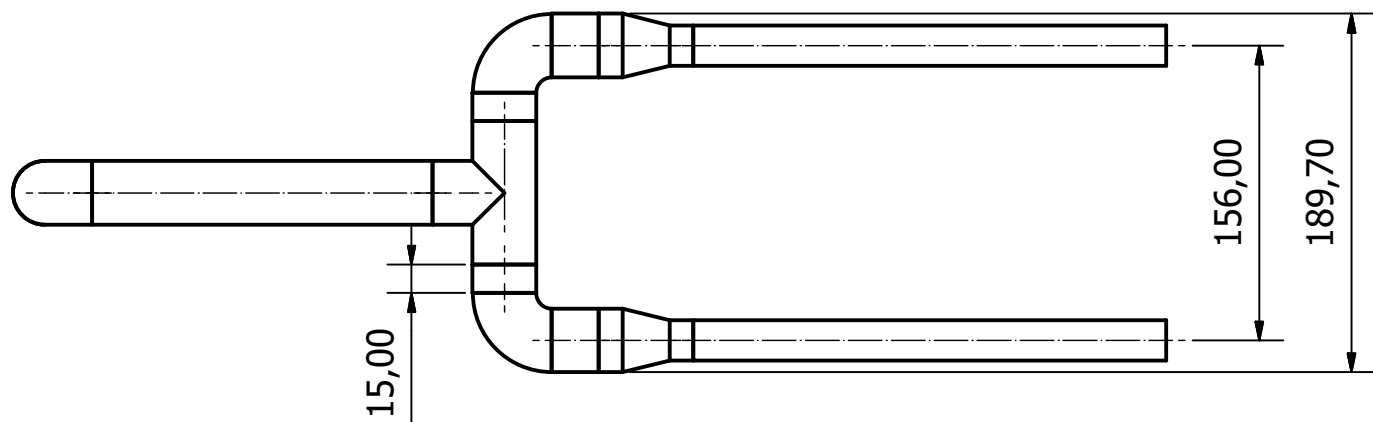
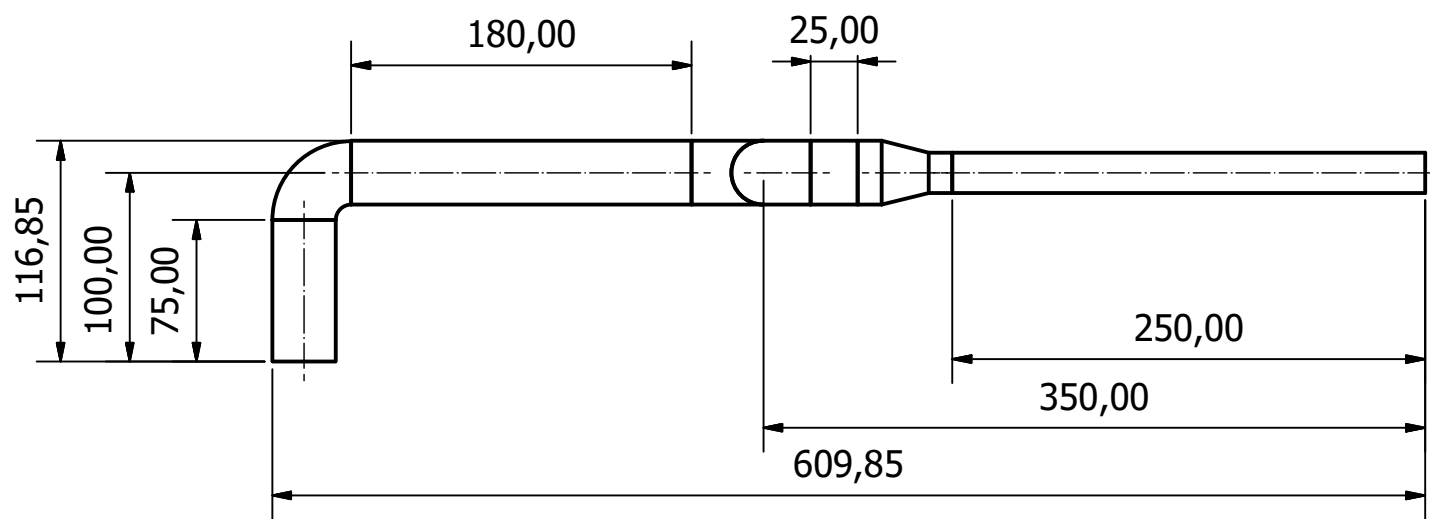
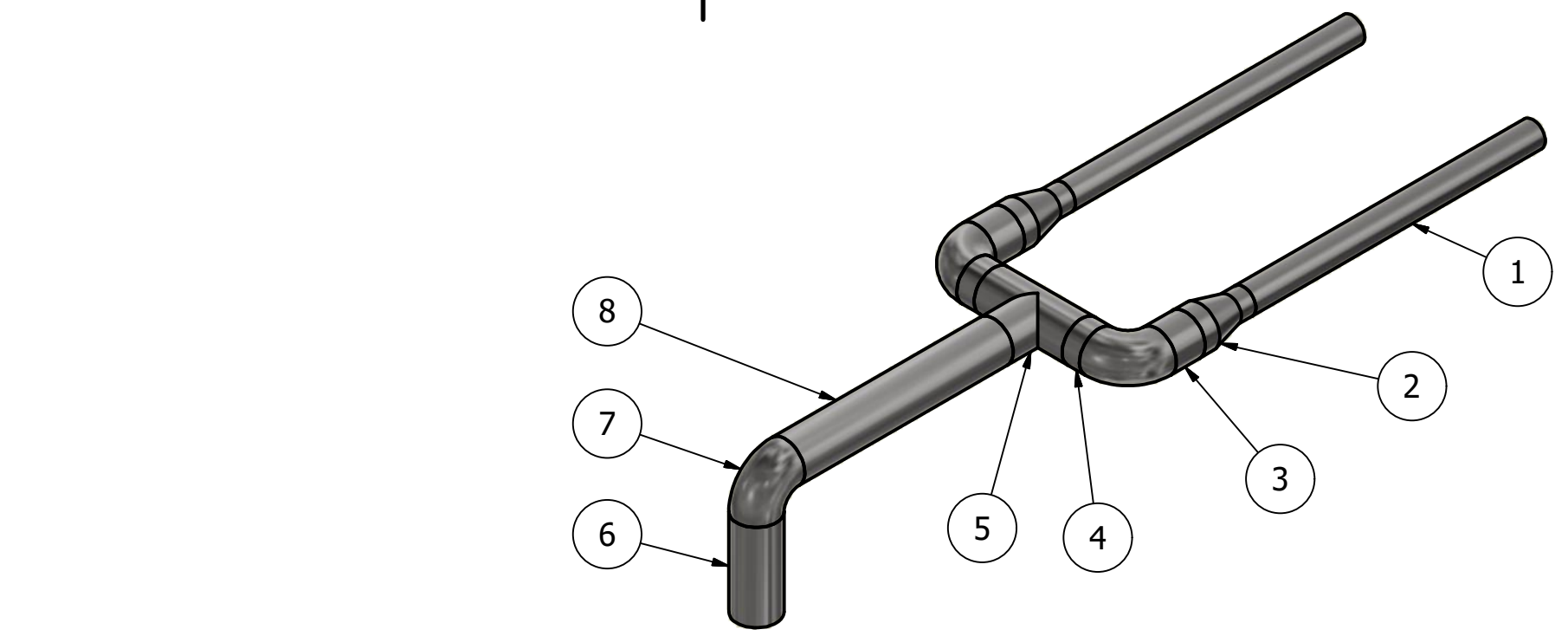
4

3

2

1

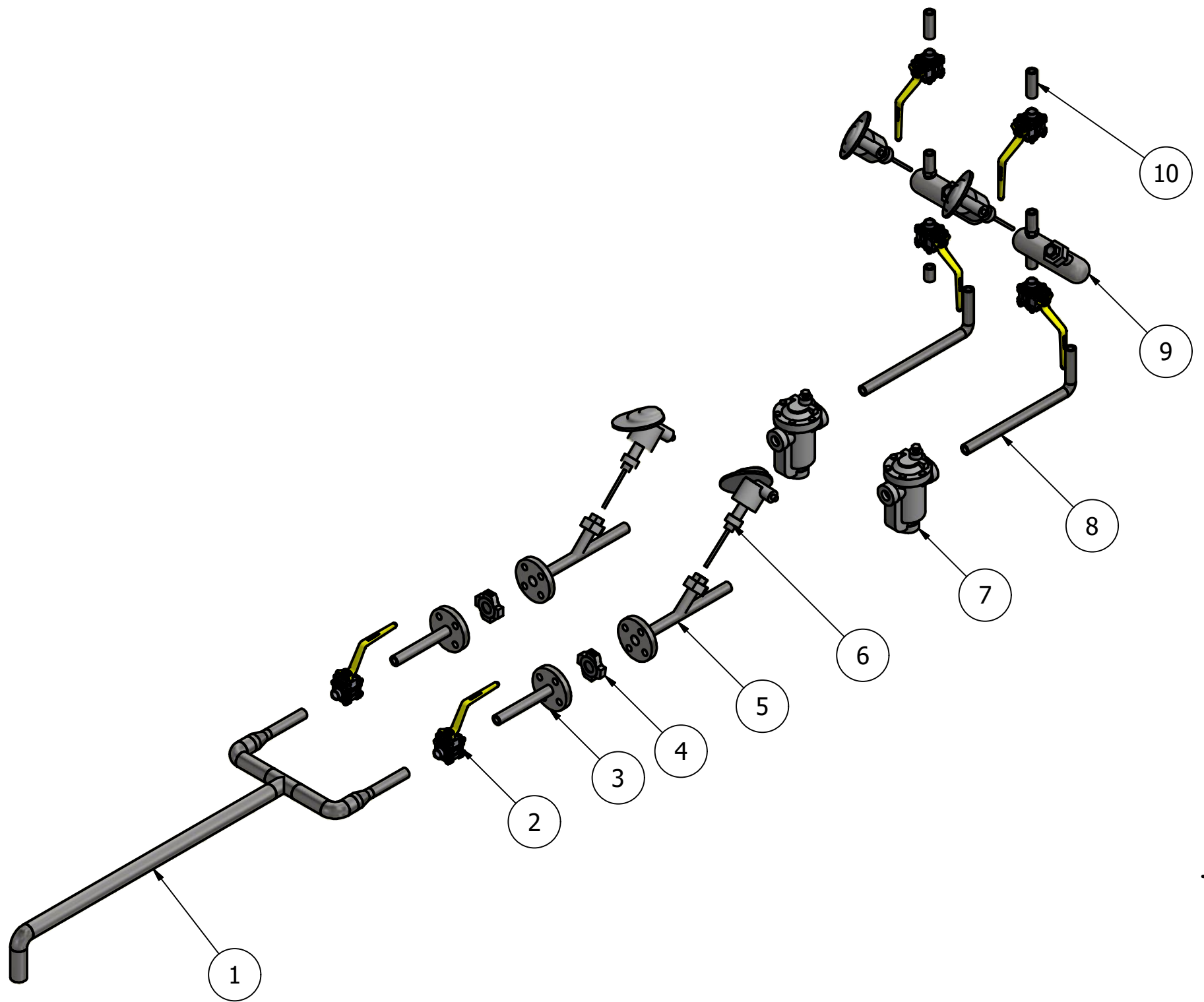
A3



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	2X 250,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
2	2	Redução concêntrica DIN 2616 DN25/DN15
3	2X 25,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN5 Sch.80
4	2X 15,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
5	1	Tê igual DIN 2615-1 DN25
6	75,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
7	3	Curva em aço ao carbono a 90° DIN 2605 DN25
8	180,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
9	15,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	2,466 kg
			Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial:	Dimensões Gerais:
			Nº Desenho:	K6B-S0-TV-010		Tratamento Térmico:	117 X 190 X 610
					Escala:	Folha:	
					1 : 4	1 / 1	



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	K6BE-S0-TC-014
2	6	Válvula de macho esférico DN15 PN40
3	2	K6BE-S0-TC-002
4	2	Válvula de retenção PN40 DN15 GESTRA RK86
5	2	K6BE-S0-TC-011
6	4	Sonda PT100
7	2	Purgador PN40 DN15 ARMSTRONG
8	2	K6BE-S0-TC-004
9	2	K6BE-S0-TC-012
10	2	K6BE-S0-TC-013

Toleranciamento ISO 8015
 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK
 Rugosidades gerais ISO 1302
 Cantos e chanfros gerais ISO 13715



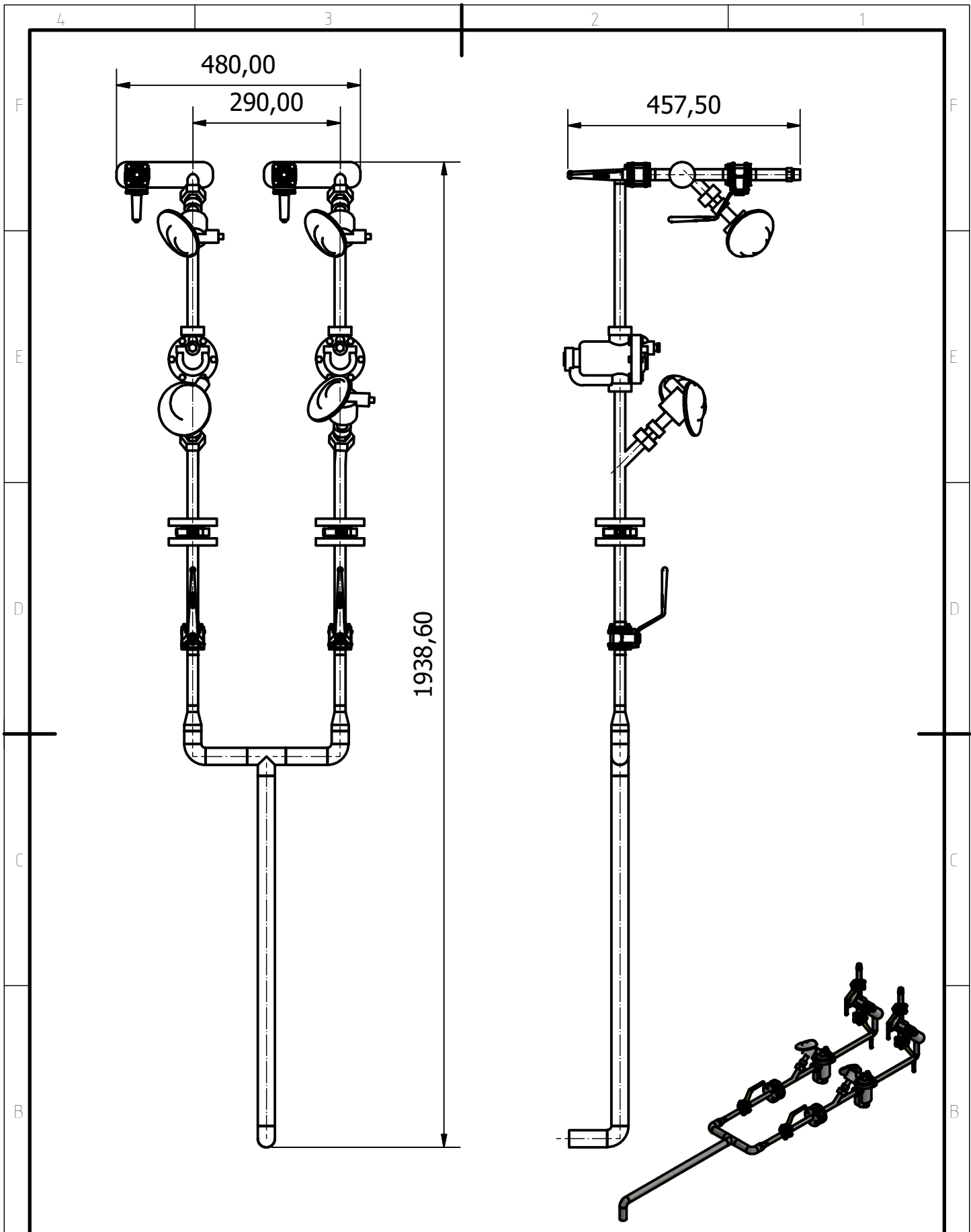
Projeto: Canal 6B			Material:	Massa: N/A
Conjunto: Kit de vapor			Qtd.: -	Dimensões Gerais: -
Sub-conjunto: Aquecimento externo			Acabamento Superficial: -	Tratamento Térmico: -
Nº Desenho: K6BE-S0-TC-000 vista explodida			Escala: 1 : 10	Folha: 1 / 1



Data: 03/10/2018
 Nome: Ana Ferreira

Desenhou:

Aprovou:



Toleranciamento ISO 8015
 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK
 Rugosidades gerais ISO 1302
 Cantos e chanfros gerais ISO 13715



	Data:	Nome:	Projeto:	Canal 6B	Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor	Qtd.:	2
Desenhou:	03/10/2018	Ana Ferreira	Sub-conjunto:	Aquecimento externo	Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
Aprovou:			Nº Desenho:	K6BR-S0-TC-000	Escala:	Folha:
					1 : 25	1 / 1

4

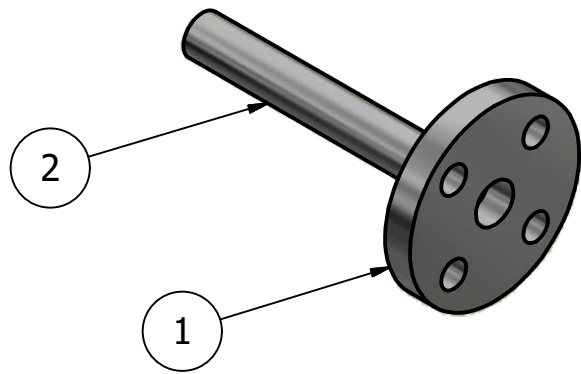
3

2

1

F

F

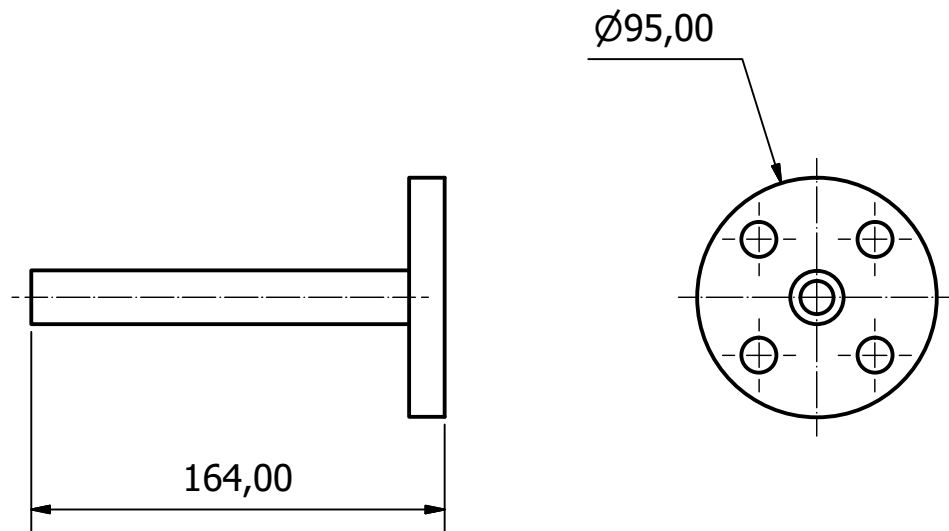


E

E

D

D



C

C

B

B

Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "Slip on" DIN 2503 DN 15 PN 40
2	159,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715						
		Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa: 0,929 kg
	Data:	Nome:	Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.: 2
Desenhou:	03/10/2018	Ana Ferreira	Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial: -
Aprovou:			Nº Desenho:	K6BE-S0-TC-002		Tratamento Térmico: -
					Escala: 1 : 3	Folha: 1 / 1

A

A

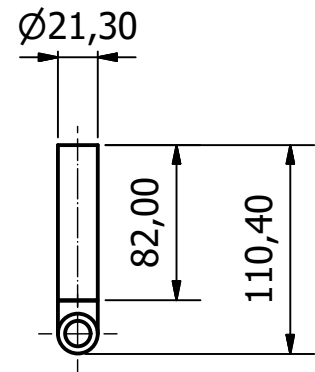
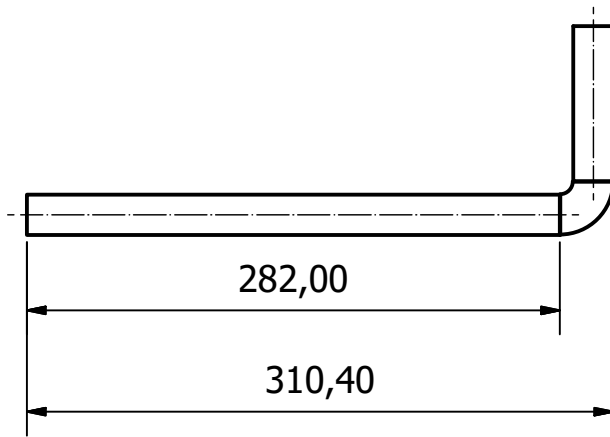
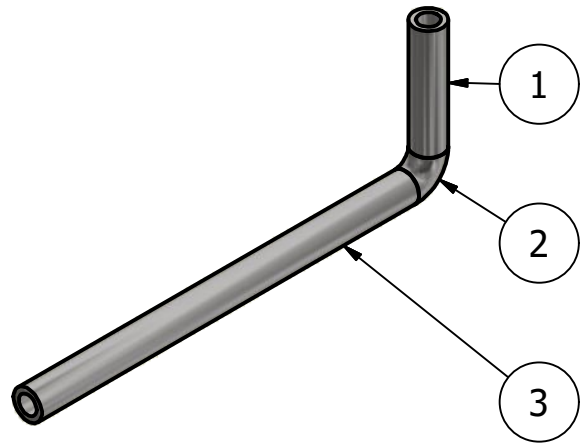
4

3

2

1

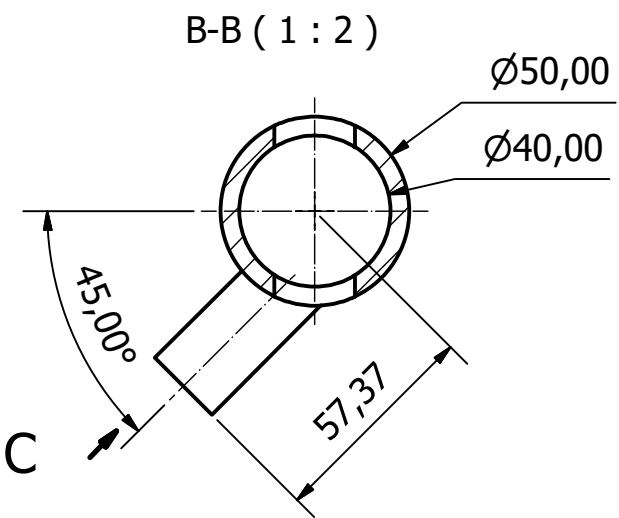
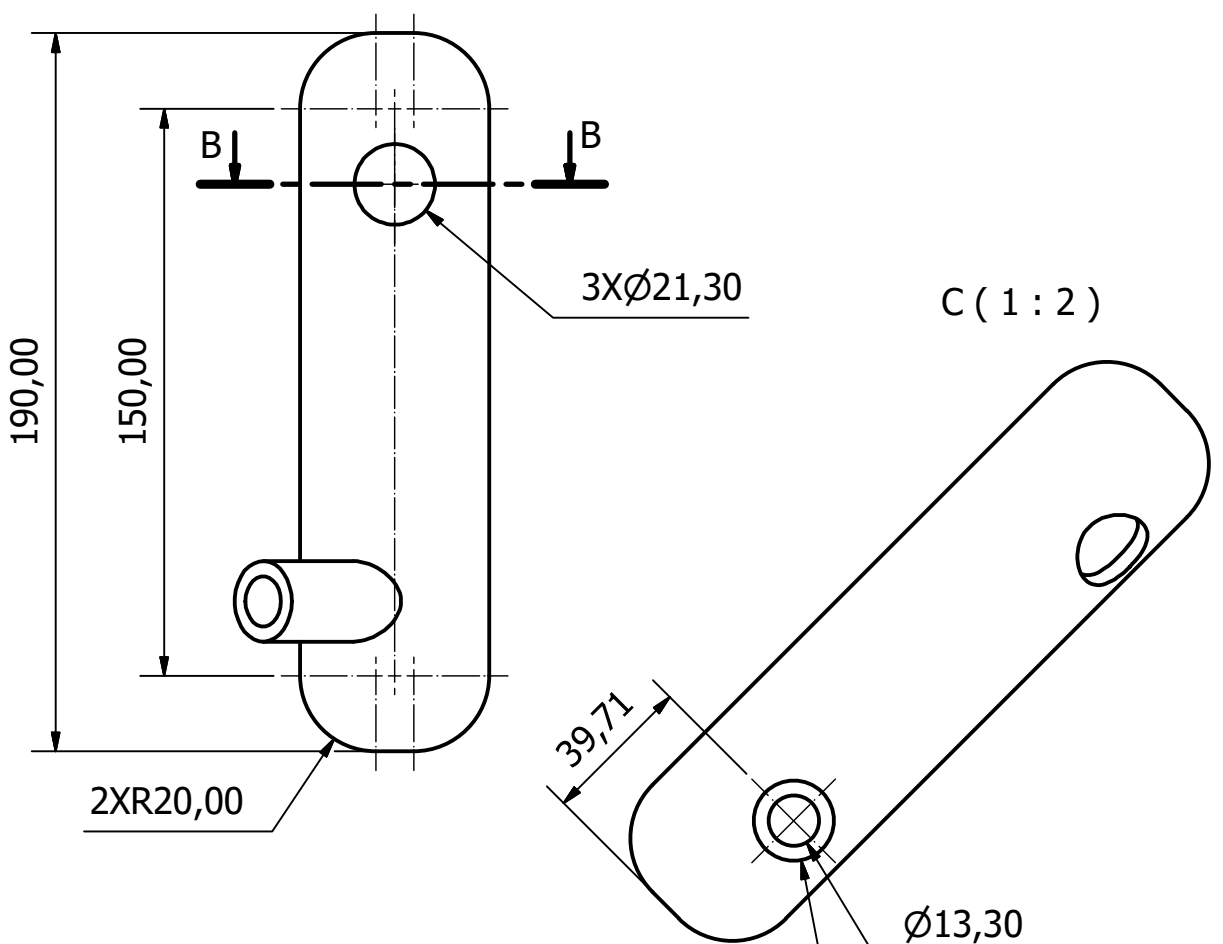
A4



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	82,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
2	1	Curva em aço ao carbono a 90° DIN 2605 DN15
3	282,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	2
			Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6BE-S0-TC-004		Escala:	1 : 4
							Folha:
							1 / 1



Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715					Instituto Superior de Engenharia do Porto				
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Steel, Carbon	Massa:	1,074 kg
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	16	Dimensões Gerais:	
			Sub-conjunto:	Aquecimento Externo		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:		
			Nº Desenho:	K6BE-S0-TC-005		Escala:	1 : 4	Folha:	1 / 1

4

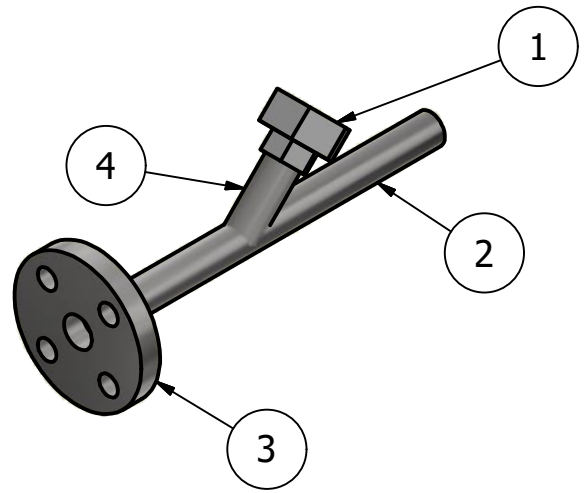
3

2

1

F

F

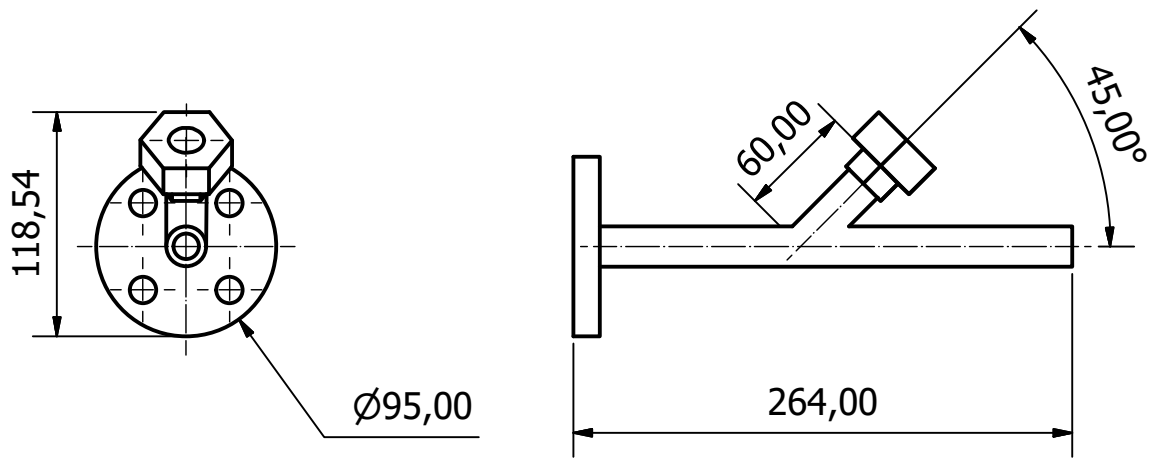


E

E

D

D



C

C

Lista de peças

B

B

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Casquilho macho 1/2" BSP
2	259,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
3	1	Flange "Slip on" DIN 2503 DN 15 PN 40
4	60,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80

A

A

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa: 1,231 kg
	Data:	Nome:	Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	2
Desenhou:	03/10/2018	Ana Ferreira	Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial:	-
Aprovou:			Nº Desenho:	K6BE-S0-TC-011		Escala:	1 : 4
						Folha:	1 / 1

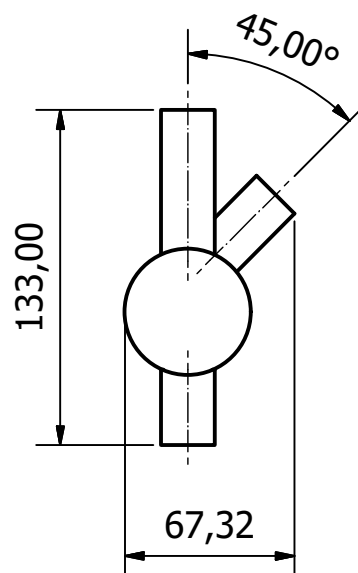
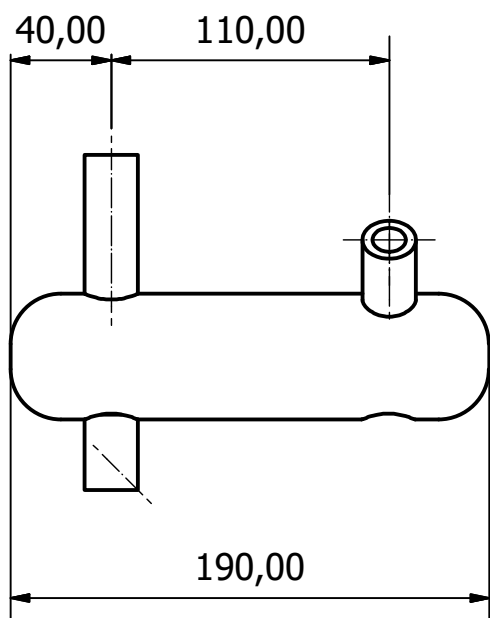
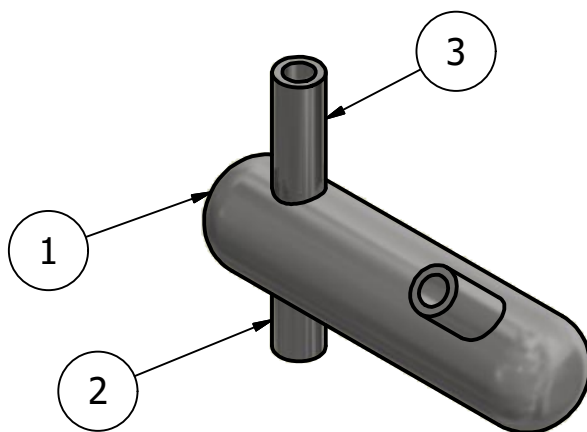
4

3

2

1

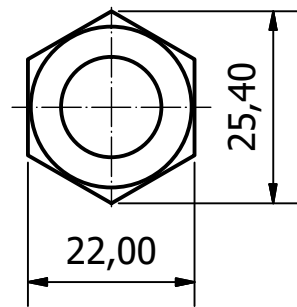
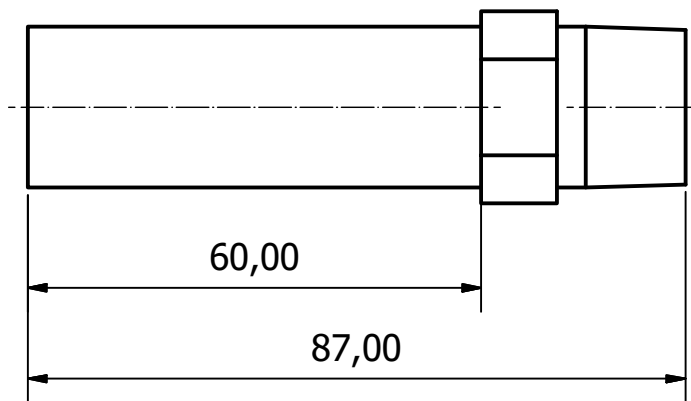
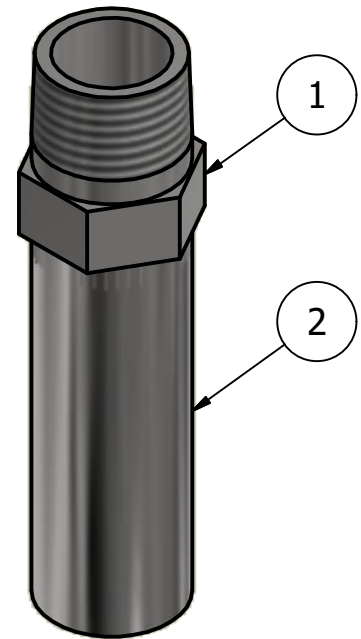
A4



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	K6BE-S0-TC-005
2	30,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
3	60,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80

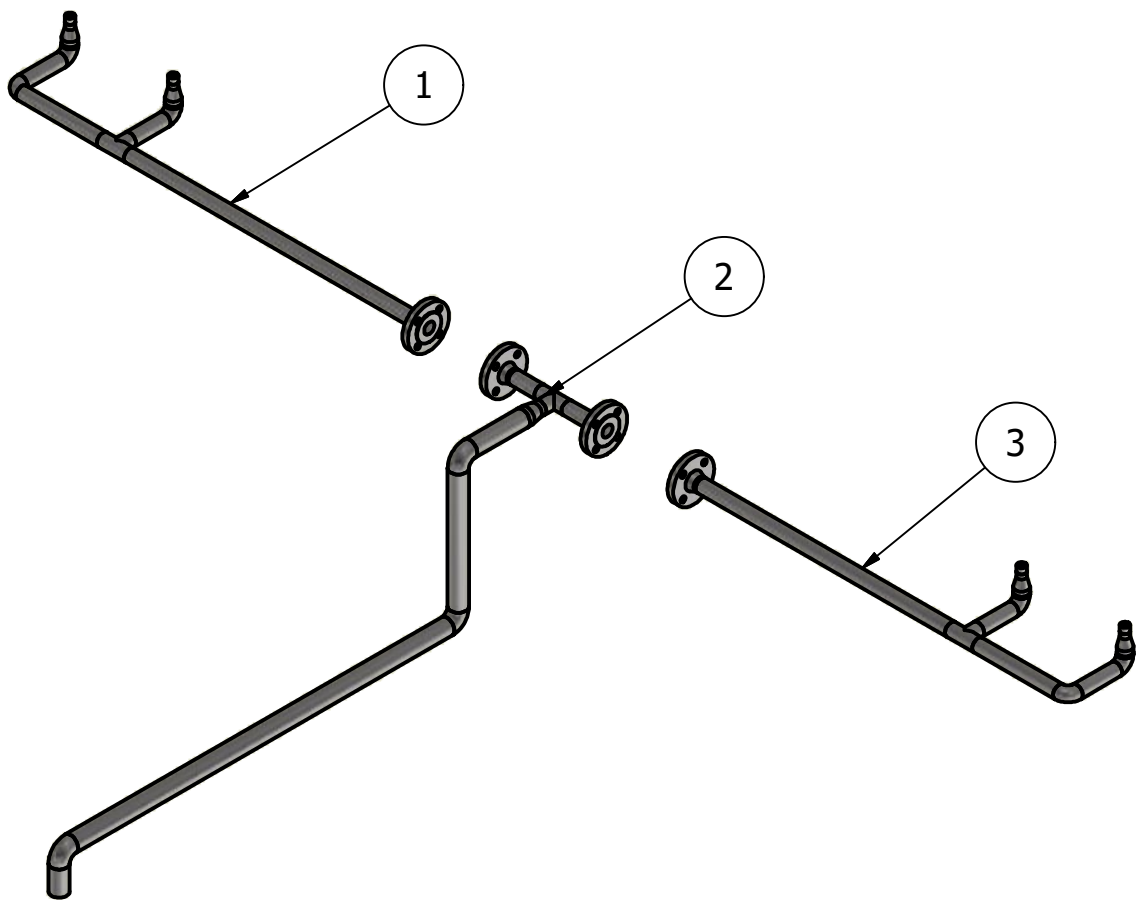
Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	2
			Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6BE-S0-TC-012		Escala:	1 : 3
					Folha:		1 / 1



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Ponta roscada (Nipple) N8 1/2"
2	60,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80

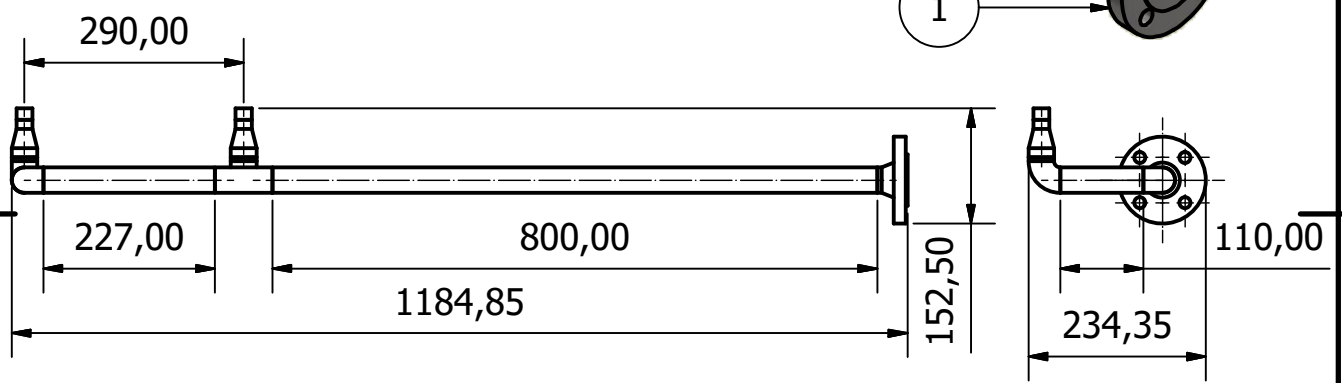
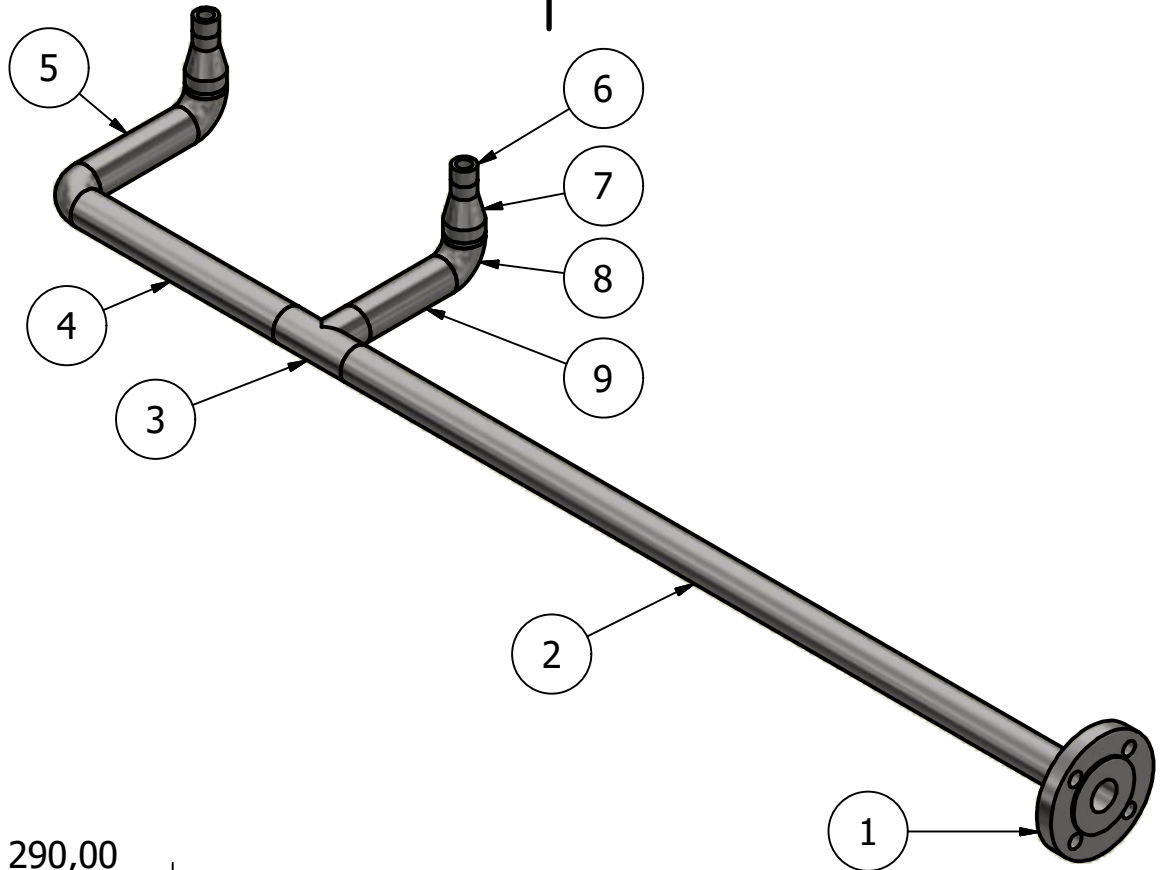
Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	Dimensões Gerais:
			Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6BE-S0-TC-013		Escala:	Folha:
					1 : 1	1 / 1	



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	K6BE-S0-TD-010
2	1	K6BE-S0-TD-011
3	1	K6BE-S0-TD-012

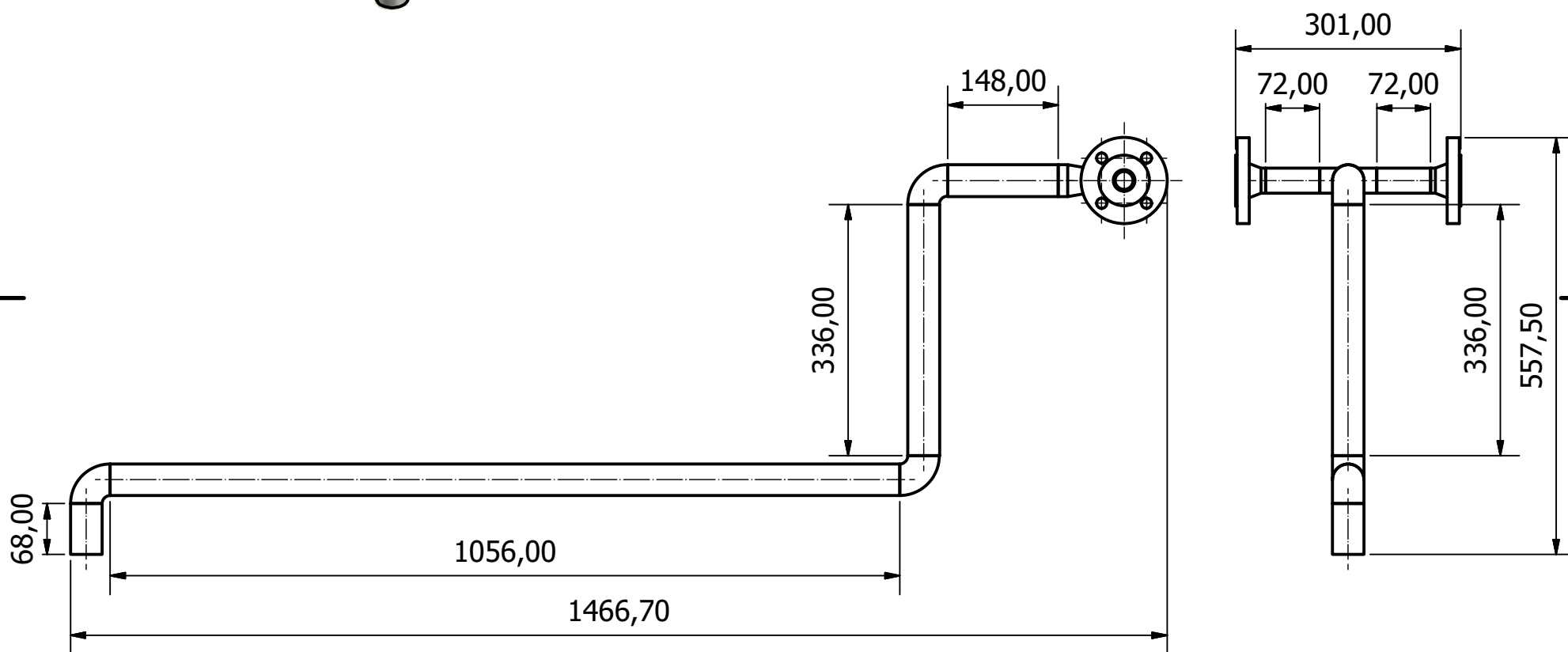
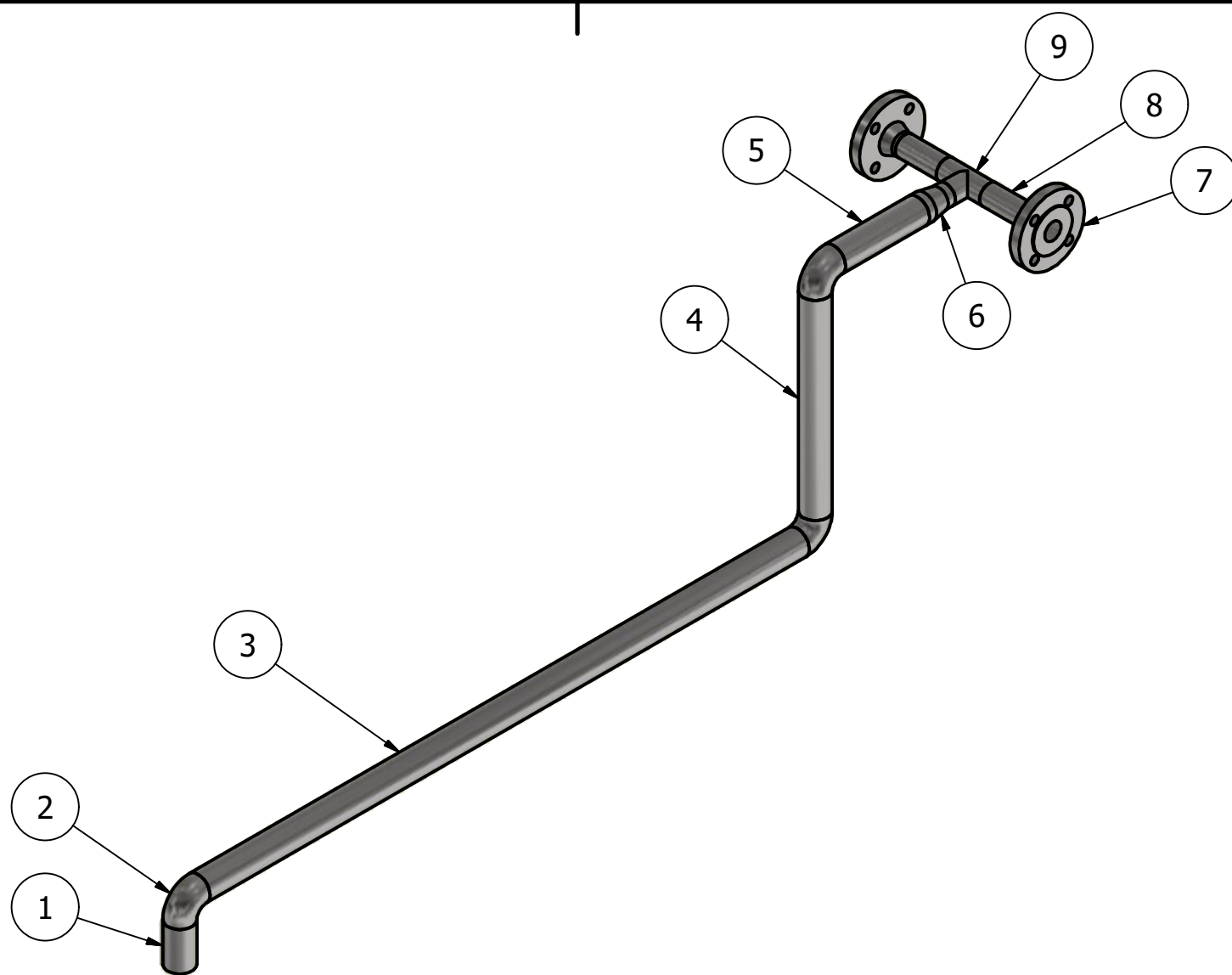
Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa: 22,558 kg
	Data:	Nome:	Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1
Desenhou:	04/10/2018	Ana Ferreira	Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico: -
Aprovou:			Nº Desenho:	K6BE-S0-TD-000 vista explodida		Escala:	1 : 15
						Folha:	1 / 1



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "welding neck" DN25 DIN 2635
2	800,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
3	1	Tê igual DIN 2615-1 DN25
4	227,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
5	110,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
6	2X 15,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
7	2	Redução concêntrica DIN 2616 DN25/DN15
8	3	Curva em aço ao carbono a 90° DIN 2605 DN25
9	97,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715					
Projeto: Canal 6B		Material:	Massa: 5,893 kg		
Conjunto: Kit de vapor		Qtd.: 1	Dimensões Gerais: 153 X 235 X 1185		
Sub-conjunto: Aquecimento externo		Acabamento Superficial: -	Tratamento Térmico: -		
Nº Desenho: K6BE-S0-TD-010		Escala: 1:6	Folha: 1 / 1		



Nota: O tê igual e a redução concêntrica podem ser substituídos por um tê com aumento DN25/DN32.

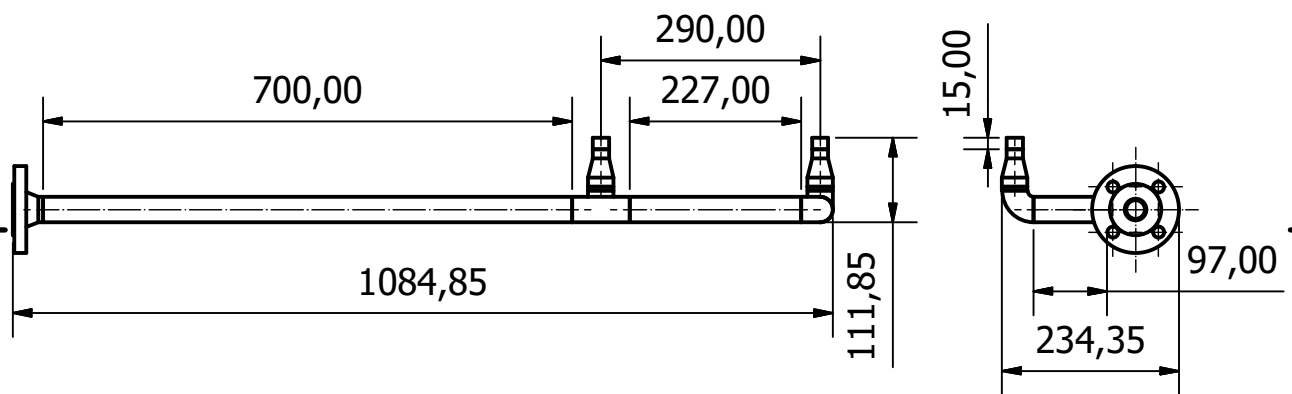
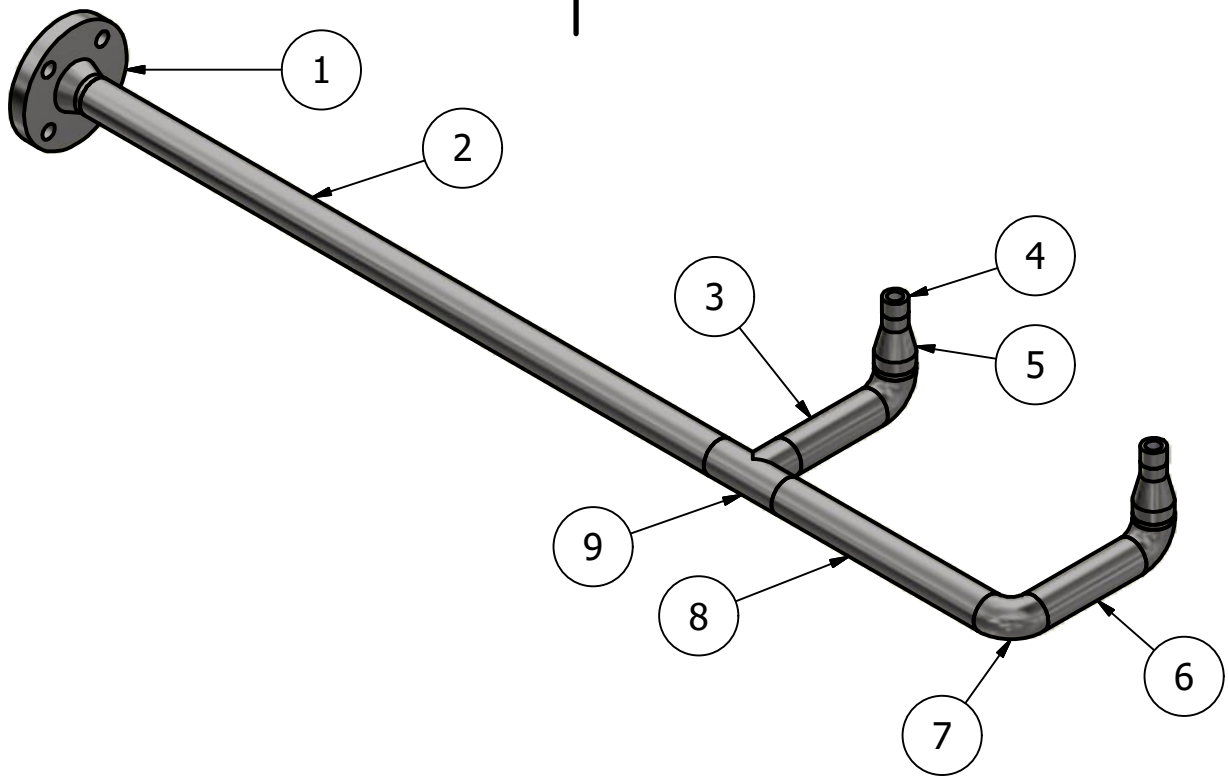
Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	68,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN32 Sch.80
2	3	Curva em aço ao carbono a 90° DIN 2605 DN32
3	1056,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN32 Sch.80
4	336,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN32 Sch.80
5	148,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN32 Sch.80
6	1	Redução concêntrica DIN 2616 DN32/DN25
7	2	Flange "Welding Neck" DIN 2635 DN25
8	2X 72,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
9	1	Tê igual DIN 2615-1 DN 25

Toleranciamento ISO 8015
Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK
Rugosidades gerais ISO 1302
Cantos e chanfros gerais ISO 13715



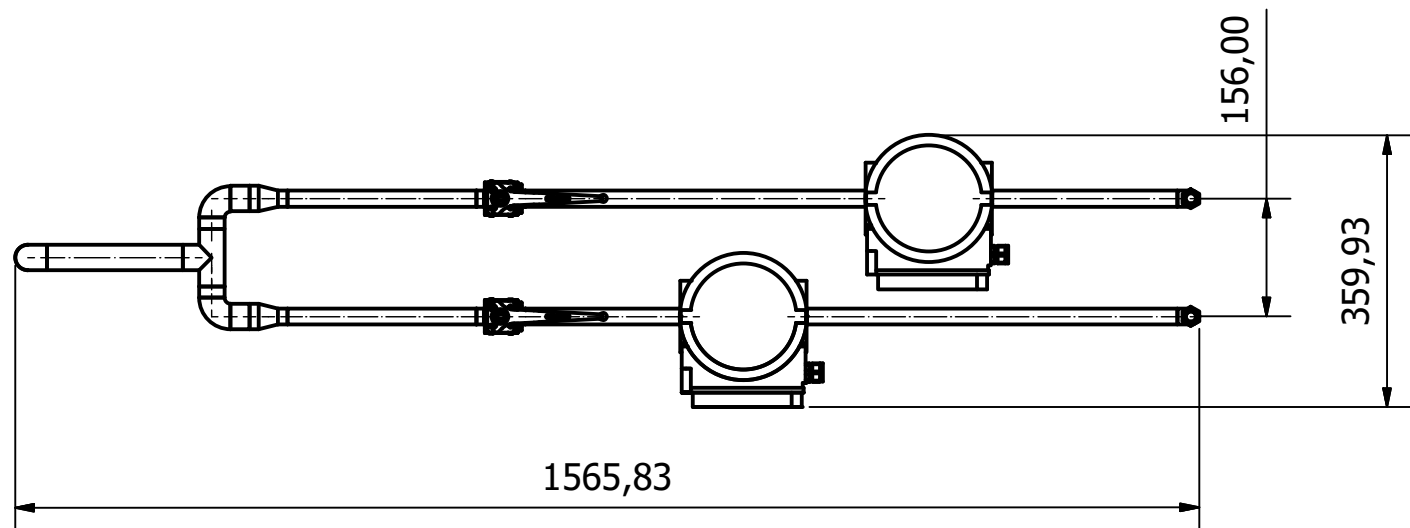
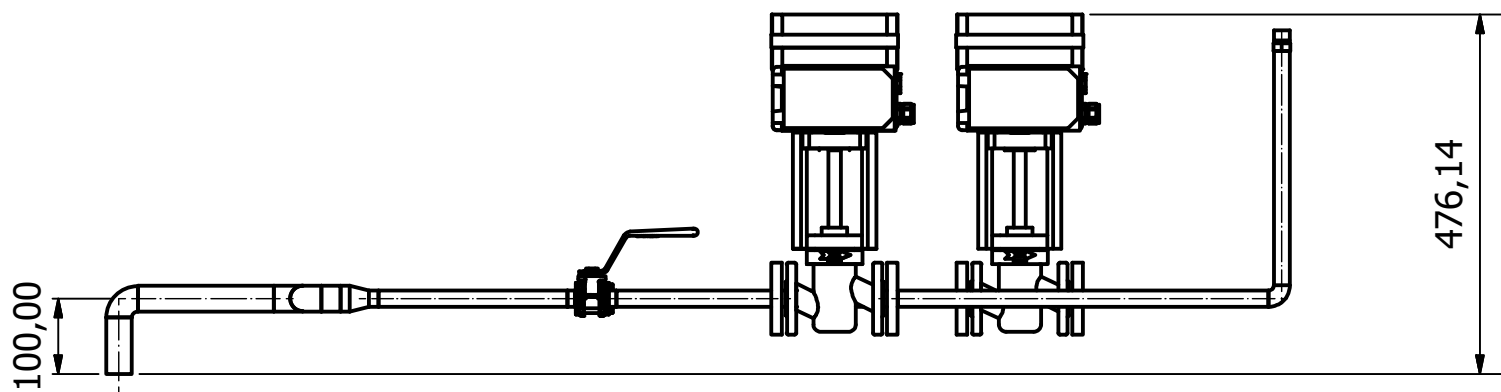
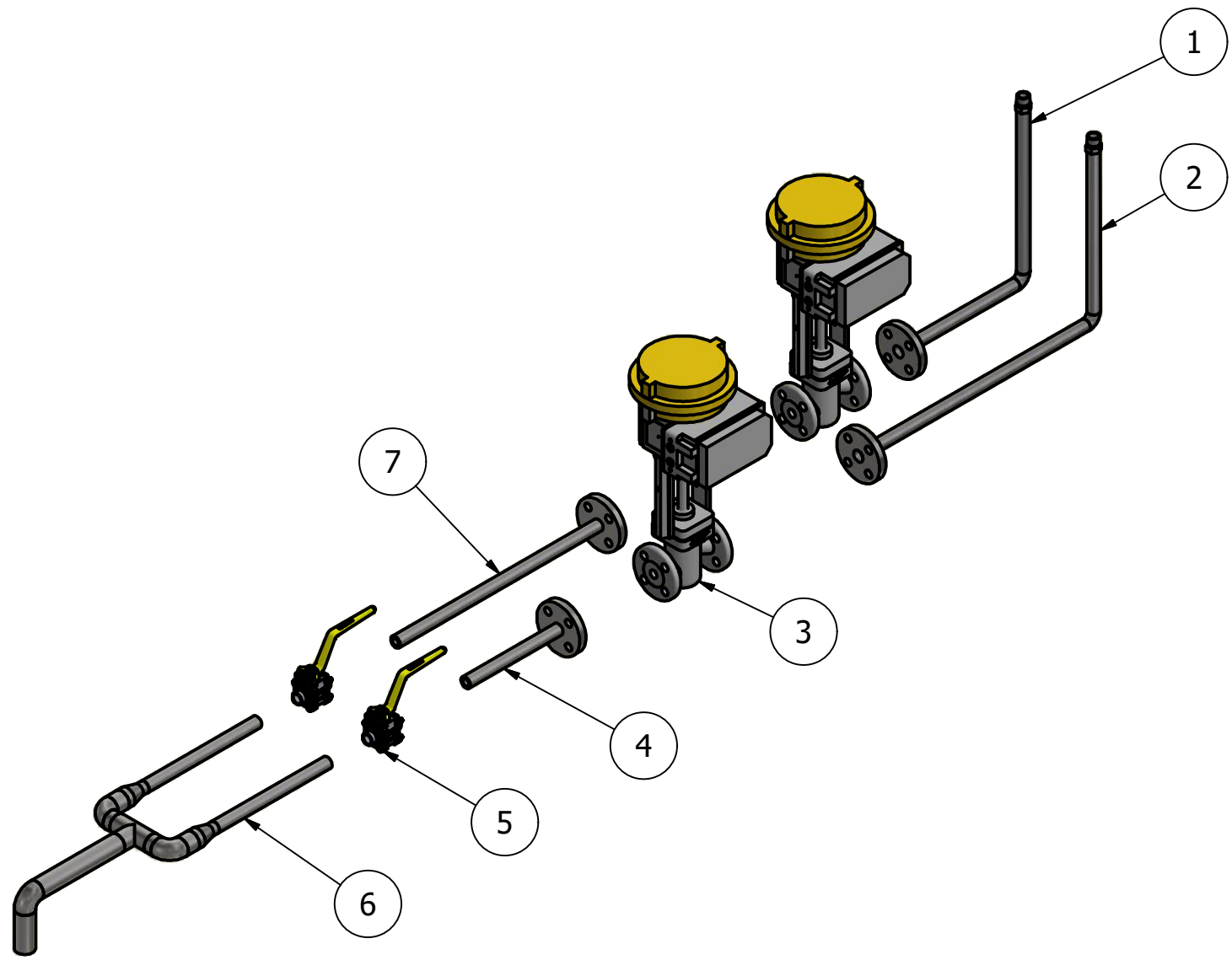
Projeto: Canal 6B			Material:	Massa: 11,096 kg
Conjunto: Kit de vapor			Qtd.: 1	Dimensões Gerais: 558 X 301 X 1467
Desenhou: 04/10/2018 Ana Ferreira	Sub-conjunto: Aquecimento externo		Acabamento Superficial: -	Tratamento Térmico: -
Aprovou:	Nº Desenho: K6BE-S0-TD-011		Escala: 1 : 8	Folha: 1 / 1



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "welding neck" DN25 DIN 2635
2	700,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
3	97,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
4	2X 15,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
5	2	Redução concêntrica DIN 2616 DN25/DN15
6	110,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
7	3	Curva em aço ao carbono a 90° DIN 2605 DN25
8	227,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN25 Sch.80
9	1	Tê igual DIN 2615-1 DN25

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715					Instituto Superior de Engenharia do Porto		
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1
			Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6BE-S0-TD-012		Escala:	1 : 6
					Folha:		1 / 1



Lista de peças

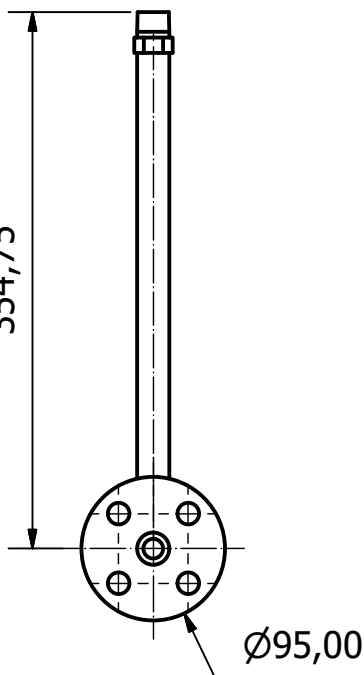
Item	Qtd.	Descrição
1	1	K6BE-S0-TV-001
2	1	K6BE-S0-TV-005
3	2	Válvula proporcional SAMSON DN15 PN40
4	1	K6BE-S0-TV-004
5	2	Válvula macho esférico DN15 PN40
6	1	K6BE-S0-TV-010
7	1	K6BE-S0-TV-002

Toleranciamento ISO 8015
 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK
 Rugosidades gerais ISO 1302
 Cantos e chanfros gerais ISO 13715



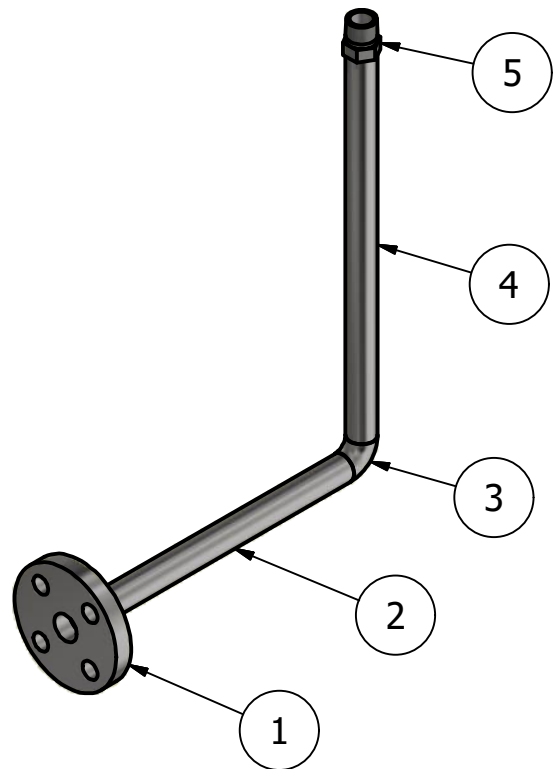
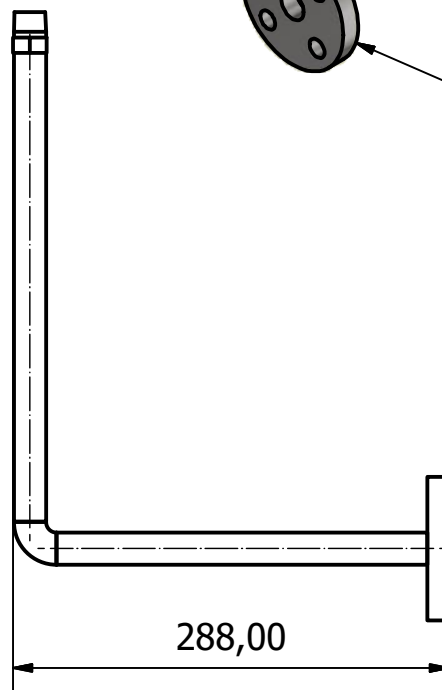
Projeto:	Canal 6B	Material:	Massa:
Conjunto:	Kit de vapor	Qtd.:	16,039 kg
Sub-conjunto:	Aquecimento externo	Acabamento Superficial:	Dimensões Gerais:
Nº Desenho:	K6BE-S0-TV-000 vista explodida	Tratamento Térmico:	474 X 360 X 1566
Desenhou:	02/10/2018 Ana Ferreira	Escala:	Folha:
Aprovou:		1 : 10	1 / 1

354,75



Ø95,00

288,00



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "Slip on" DIN 2503 DN 15 PN 40
2	250,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
3	1	Curva em aço ao carbono a 90° DIN 2605 DN15
4	310,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80
5	1	Ponta roscada (Nipple) 1/2"

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
			Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa:
			Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.:	1
			Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial:	Tratamento Térmico:
			Nº Desenho:	K6BE-S0-TV-001		Escala:	1 : 5
					Folha:		1 / 1



Data:

Nome:

Desenhou:

02/10/2018

Ana Ferreira

Aprovou:

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

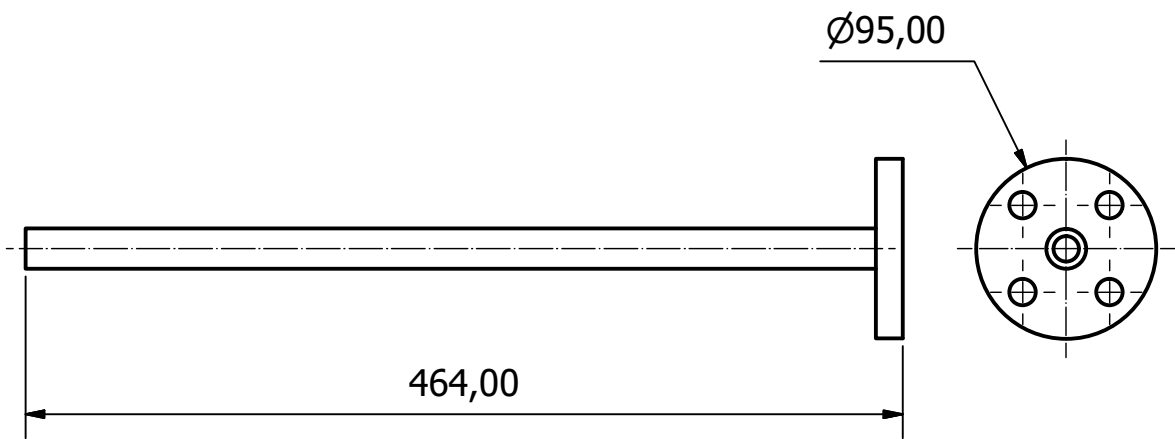
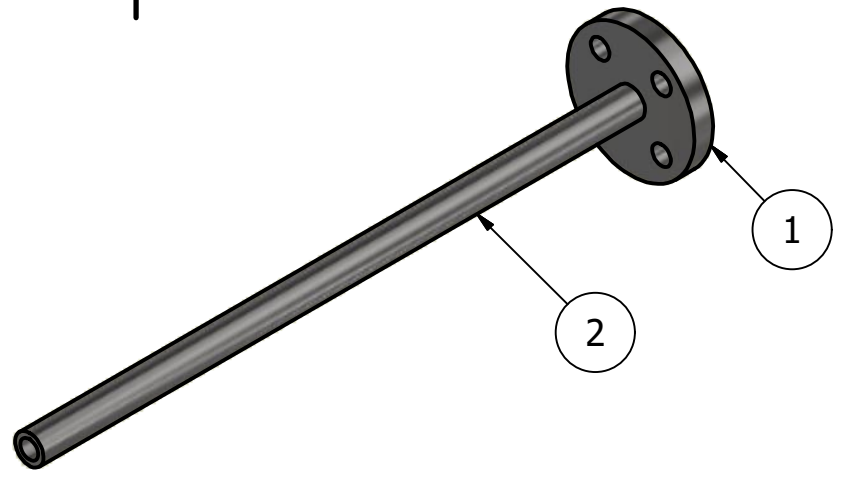
C

B

B

A

A



Lista de peças

Item	Qtd.	Descrição
1	1	Flange "Slip on" DIN 2503 DN 15 PN 40
2	459,000 mm	Tubo em aço ao carbono DIN 2448 DN15 Sch.80

Toleranciamento ISO 8015 Tolerâncias gerais ISO 2768 - mK Rugosidades gerais ISO 1302 Cantos e chanfros gerais ISO 13715							
		Projeto:	Canal 6B		Material:	Massa: 1,441 kg	
	Data:	Nome:	Conjunto:	Kit de vapor		Qtd.: 1	Dimensões Gerais: 95 X 95 X 464
Desenhou:	02/10/2018	Ana Ferreira	Sub-conjunto:	Aquecimento externo		Acabamento Superficial: -	Tratamento Térmico: -
Aprovou:			Nº Desenho:	K6B-S0-TV-002		Escala: 1 : 4	Folha: 1 / 1

4

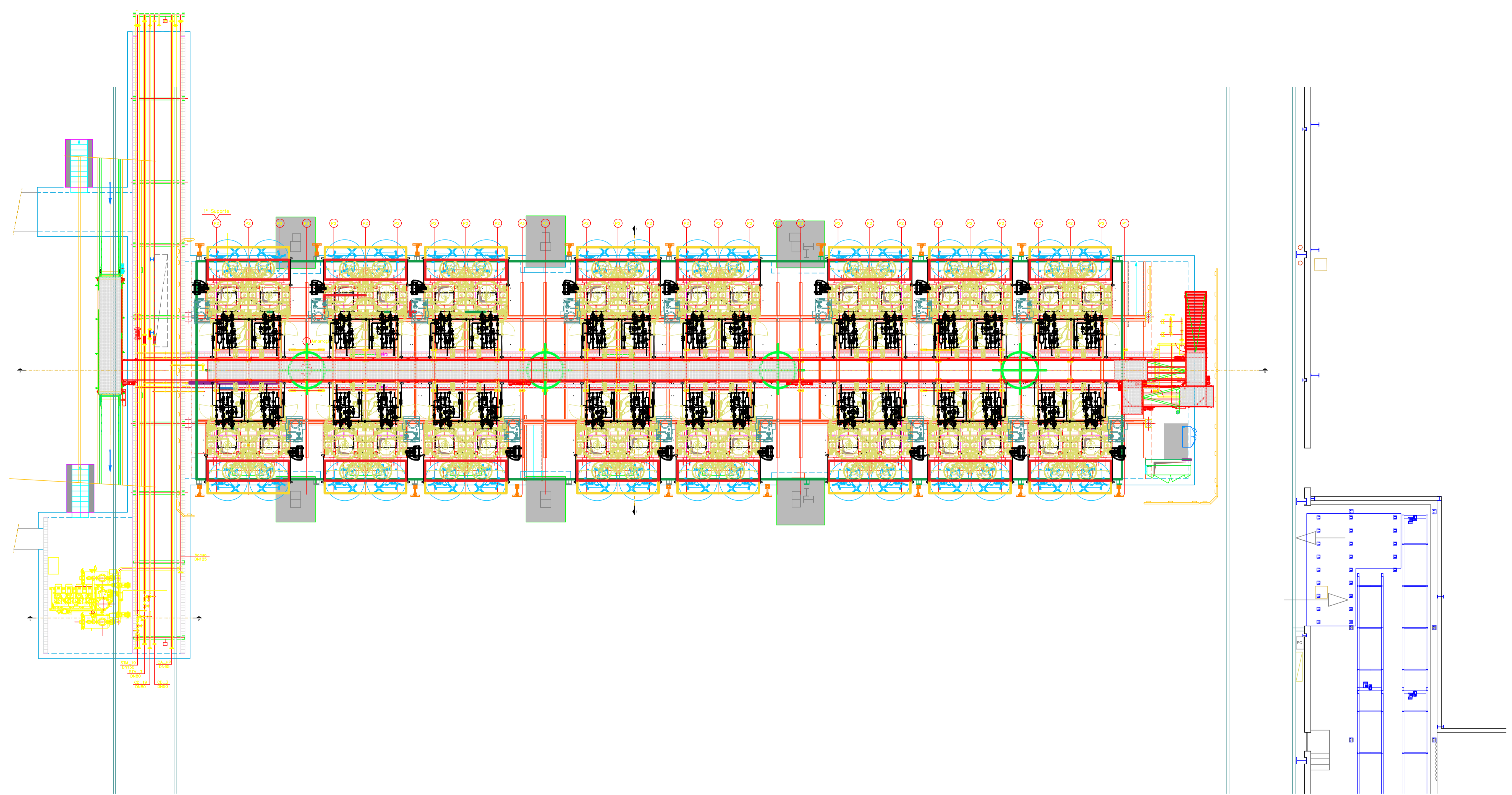
3

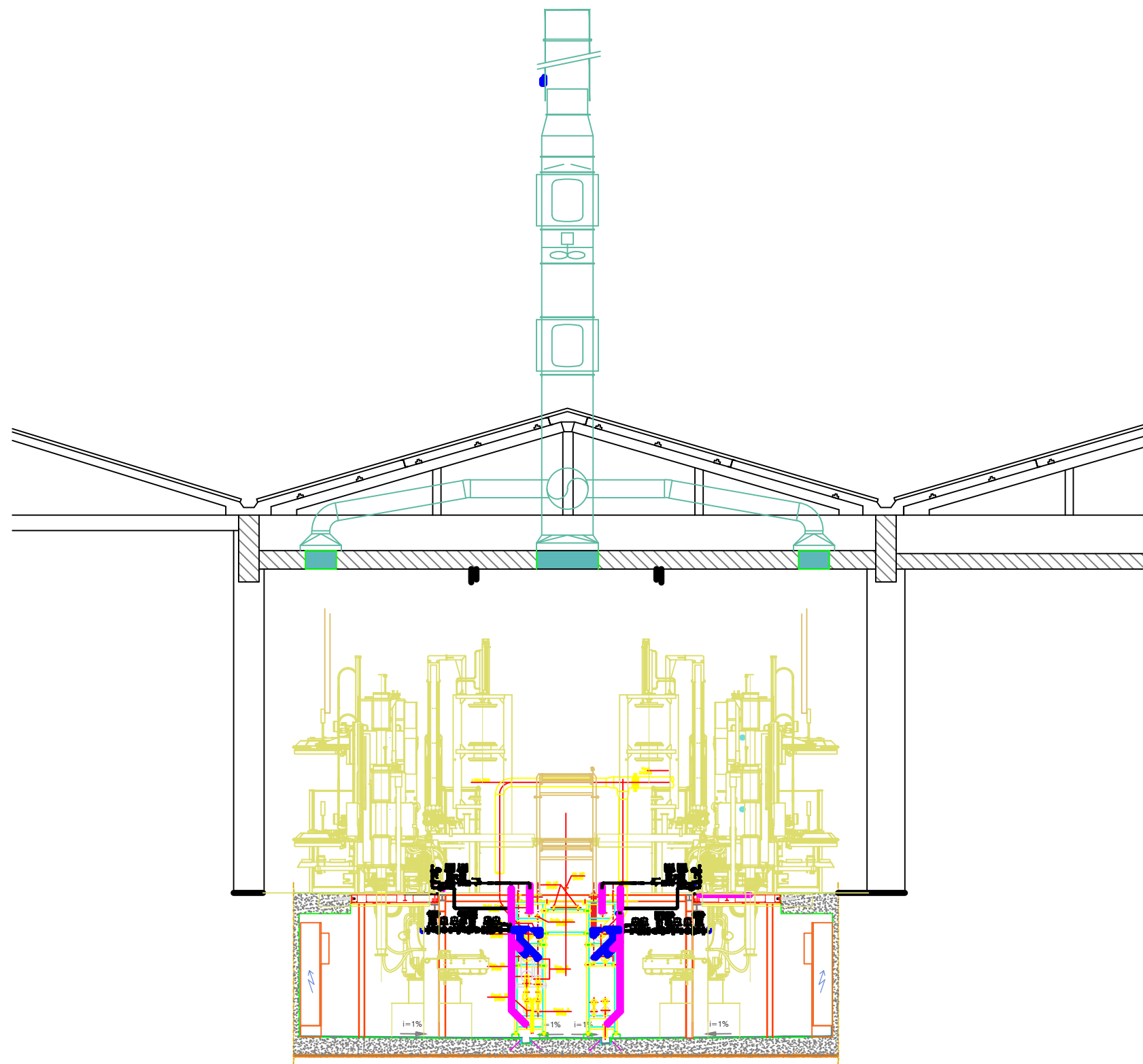
2

1

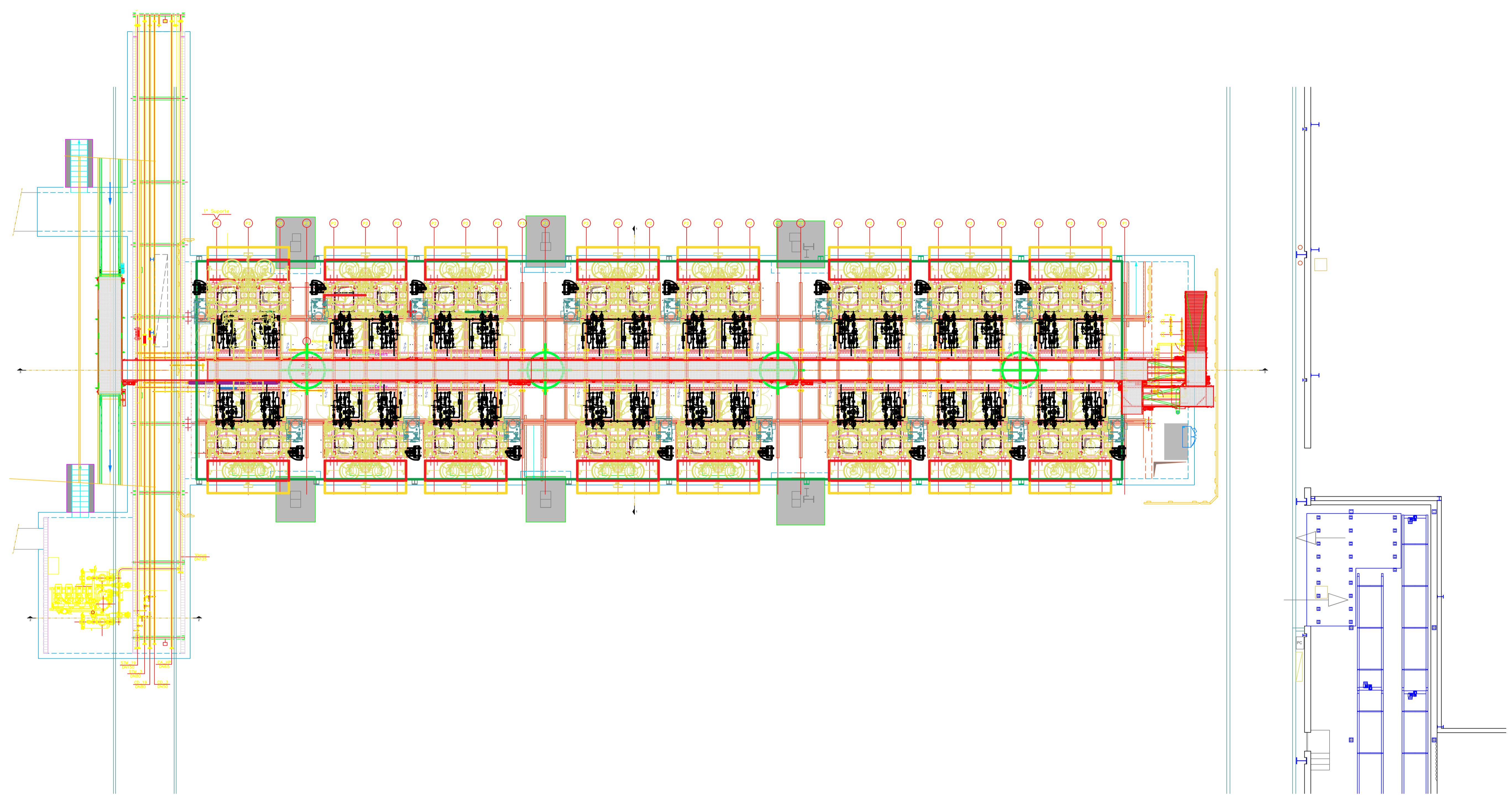
A4

ANEXO C – *Layouts*





		 Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Projeto: Canal 6B		Empresa: Continental Mabor S.A.	
Desenho: Layout corte 1	Criado por: Ana Ferreira	Data: 01/09/2018	Escala: 1:100



ANEXO D – Documentos de análise ao projeto

Planeamento do projeto

Mês	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10			
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
Pedido de compra e produção das prensas																																								
Projeto VHM e utilidades AUDITENTE																																								
Instalação dos tapetes transportadores																																								
Transporte das prensas																																								
Instalação das duas primeiras prensas																																								
Instalação das restantes prensas																																								
Instalação dos kits de vapor e ligações às tubagens principais																																								
Construção da Hotte e corredor de limpeza																																								

