

FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ

CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

JHONI GOMES BARCELLOS

MATEUS FANCHIOTTI DEL CARO

TIAGO DAVID DE LIMA ALONSO

TIEMY CAPUCHO OKAMOTO

REDIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PNEUMÁTICO DA ALUVIL

ARACRUZ

2018

JHONI GOMES BARCELLOS

MATEUS FANCHIOTTI DEL CARO

TIAGO DAVID DE LIMA ALONSO

TIEMY CAPUCHO OKAMOTO

REDIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PNEUMÁTICO DA ALUVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Engenharia Mecânica das Faculdades Integradas de Aracruz, como requisito parcial para a obtenção do título de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Harerton Oliveira Dourado.

ARACRUZ

2018

JHONI GOMES BARCELLOS

MATEUS FANCHIOTTI DEL CARO

TIAGO DAVID DE LIMA ALONSO

TIEMY CAPUCHO OKAMOTO

REDIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PNEUMÁTICO DA ALUVIL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenadoria do Curso de
Engenharia Mecânica das Faculdades
Integradas de Aracruz, como requisito parcial
para a obtenção do título de Graduação em
Engenharia Mecânica.

Orientador* Prof. Dr. Harerton Oliveira
Dourado.

Aprovado em _____ de _____ de _____.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profº. Dr. Harerton Oliveira Dourado
Faculdades Integradas de Aracruz
Orientador

Profº. Me. Warlen Alves Monfardini
Instituto Federal Do Espírito Santo
Campus Aracruz

Profº. Patrik Borges do Nascimento Leal
Faculdades Integradas de Aracruz

RESUMO

Este trabalho aborda o uso de ar comprimido em ambiente industrial, ressaltando a importância de um dimensionamento apropriado e os prejuízos causados por falhas nesse dimensionamento. O objetivo do trabalho é realizar um estudo que possibilite o redimensionamento do sistema de ar-comprimido da empresa ALUVIL, sediada em Aracruz/ES, visando solucionar problemas existentes na rede atual. Para o redimensionamento utilizou-se como referencial teórico o trabalho desenvolvido por Bortolin (2014), Manuais da Metalplan (2008 e 2010), Bosch (2008) e Parker Training (2006) e a literatura de Fialho (2004), entre outros. Após visitas técnicas a sede da empresa estabeleceu-se que a rede atual possui falhas como a ausência de lubríficos e pontos de drenagem, possuindo layout que aumenta a formação de condensado e inclusive sendo utilizado em toda a rede tubos de PVC de água fria cuja recomendação de pressão máxima é inferior a gerada pelo compressor. Estimou-se que o prejuízo causado por essas falhas combinadas apenas em termos de Homem/hora (H/h) supera o valor de R\$ 60.000,00 anuais. Identificou-se também que devido a demanda dos equipamentos da empresa, um novo compressor deve ser adquirido. Através do software AUTOCAD PLANT 3D foi-se desenhado o layout ideal, tendo como base os conceitos apresentados na literatura mencionada e também levando em consideração melhorias futuras. A partir das informações geradas criou-se uma planilha dinâmica no software EXCEL 2016, na qual ao se inserir as informações de layout, o diâmetro ideal normalizado é calculado e uma lista de itens e valores é gerada baseando-se em orçamentos obtidos através dos sites dos fornecedores. Ao final do trabalho pode-se concluir que o investimento de um novo compressor, material para redimensionamento e mão-de-obra é inferior a atual perda anual da empresa oriundo das falhas na rede.

Palavras chave: ar comprimido, dimensionamento, sistema de ar comprimido, aluvil.

ABSTRACT

This final paper discusses the use of compressed air in an industrial environment, giving emphasis to an adequate dimensioning and the losses caused by failures in that dimensioning. The purpose of this paper is to perform a study that allows the re-dimensioning of the compressed-air system of the company ALUVIL based in Aracruz/ES, seeking to solve problems in the company's current system. For the re-dimensioning theoretical references, the paper from Bortolin (2014), Metalplan's (2008 and 2010), Bosch's (2008) and Parker Training's (2006) manuals and literature from Fialho (2004) were used, among others. It was determined that the current pneumatic network does not follow recommended standards, not having fundamental items like lubrication and draining spots, using a layout that promotes the accumulation of condensed water and using, throughout all the pneumatic network, cold water plastic tubes that have a maximum pressure recommendation that is inferior to the one generated by the air compressor. The financial losses caused by these combined problems surpasses the amount of R\$ 60.000,00 annually. It was also identified that due to the demand of the company's equipments a new compressor must be purchased. Using the software AUTOCAD PLANT 3D the ideal layout was drawn, using as a reference all the concepts present in the studied literature and also considering future acquisitions. Based on the generated information a dynamic table was created using EXCEL 2016, where you insert the layout information and the normalized ideal diameter is calculated and a list of items and prices is generated, based on internet prices research. By the end of the paper it was possible to conclude that the cost of buying a new air compressor, re-dimensioning materials, and manpower together is inferior to the current annual loss the company is having caused by the problems in the air network.

Keywords: compressed air, dimensioning, air compressed system, aluvil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de Ar Comprimido	18
Figura 2: Compressor de Pistão de Alumínio	19
Figura 3: Compressor Parafuso	20
Figura 4: Compressor Centrífugo	20
Figura 5: Diagrama Vazão x Pressão de Descarga	21
Figura 6: Custo de Propriedades entre compressor pistão e parafuso (mesmas condições de operação)	22
Figura 7: Tipos de rede de distribuição	23
Figura 8: Rede fechada	37
Figura 9: Ramificações das linhas secundárias	37
Figura 10: Layout completo da rede	38
Figura 11: Lista de materiais e cortes	39
Figura 12: Isométrico no padrão PIP	39
Figura 13: Lista de soldas	39
Figura 14: Identificação da empresa e projeto	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação de rendimento com ferramentas manuais x pneumáticas	14
Tabela 2: Impacto Financeiro	15
Tabela 3: Vazamento de ar comprimido através de diferentes diâmetros de orifícios e custo energético.....	25
Tabela 4: Custos x Queda de Pressão.....	25
Tabela 5: Taxas aproximadas de contaminação	26
Tabela 6: Quantidade de Equipamentos e Consumo Unitário	36
Tabela 7: Levantamento de Consumo m ³ /h de Ar da ALUVIL.....	40
Tabela 8: Comprimento total e singularidades da linha principal	41
Tabela 9: Comprimento total e singularidades das linhas secundárias	42
Tabela 10: Perdas de Carga Equivalente (m)	42
Tabela 11: Linhas Secundárias do 1º Piso	43
Tabela 12: Linhas Secundárias do 2º Piso	44
Tabela 13: Linha de Alimentação Principal	45
Tabela 14: Orçamento Utilizando PPR PN20.....	46
Tabela 15: Orçamento Utilizando Linha Aço Galvanizado NBR-5580.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 SISTEMAS DE AR COMPRIMIDO	17
3.2 EQUIPAMENTOS DE UM SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	18
3.3 GERAÇÃO DE AR COMPRIMIDO	19
3.3.1 Compressores	19
3.4 ARMAZENAMENTO DE AR COMPRIMIDO	23
3.5 LAYOUT	23
3.6 DISTRIBUIÇÃO DE AR COMPRIMIDO	24
3.7 PROBLEMAS RELACIONADOS A AR COMPRIMIDO	24
3.7.1 Vazamento de ar comprimido	24
3.7.2 Tratamento de ar comprimido	26
3.8 FILTRO DE AR COMPRIMIDO	27
3.9 FÓRMULAS PARA CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO	27
3.9.1 Reservatórios	27
3.9.2 Volume de ar corrente	28
3.9.3 Pressão de regime	28
3.9.4 Definição da queda de pressão admitida	29
3.9.5 Comprimentos equivalentes	29
3.9.5.1 Trechos retos	29
3.9.5.2 Singularidades	29
3.9.5.3 Comprimento equivalente total	30
3.10 DIMENSIONAMENTO	30

3.11 SOFTWARE PARA MODELAGEM 3D	31
3.12 ESCOLHA DOS MATERIAIS.....	31
4 METODOLOGIA.....	32
4.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS E IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS	32
4.2 REDEFINIÇÃO DO LAYOUT ATRAVÉS DE SOFTWARE 3D	33
4.3 GERAÇÃO DE ISOMÉTRICOS NO PADRÃO PIP (PROCESS INDUSTRY PRACTICES)	33
4.4 ELABORAÇÃO DE PLANILHA DINÂMICA PARA DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA.....	34
4.4.1 Cálculo de vazão e fator de previsão de crescimento	34
4.4.2 Cálculo de volume do reservatório	34
4.4.3 Definição da pressão de regime.....	34
4.4.4 Definição da queda de pressão admitida	34
4.4.5 Comprimentos equivalentes	34
4.5 GERAÇÃO DE ISOMÉTRICOS COM DIÂMETRO ESCOLHIDO E ELABORAÇÃO DA LISTA DE COMPONENTES	35
4.6 LEVANTAMENTO DE CUSTOS.....	35
5 RESULTADOS	36
5.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS E IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS	36
5.2 REDEFINIÇÃO DO LAYOUT ATRAVÉS DE SOFTWARE 3D	37
5.3 GERAÇÃO DE ISOMÉTRICOS NO PADRÃO PIP (PROCESS INDUSTRY PRACTICES)	39
5.4 ELABORAÇÃO DE PLANILHA DINÂMICA PARA DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA.....	40
5.4.1 Cálculo de vazão do sistema e fator de previsão de crescimento....	40
5.4.2 Cálculo de volume do reservatório	41
5.4.3 Definição da pressão de regime.....	41

5.4.4 Definição da queda de pressão admitida	41
5.4.5 Comprimentos equivalentes	41
5.5 GERAÇÃO DE ISOMÉTRICOS COM DIÂMETRO ESCOLHIDO E ELABORAÇÃO DA LISTA DE COMPONENTES	43
5.6 LEVANTAMENTO DE CUSTOS.....	45
6 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....	49
ANEXO A: Tabela de Perdas de Carga (Fialho, 2004)	50
ANEXO B: Autorização ALUVIL	51
ANEXO C-01: Planta do espaço físico feita a mão	52
ANEXO C-02: Planta do espaço físico feita a mão	53
ANEXO C-03: Planta do espaço físico feita a mão	54
ANEXO E-01: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 001	55
ANEXO E-02: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 002	56
ANEXO E-03: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 003	57
ANEXO E-04: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 004	58
ANEXO E-05: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 005	59
ANEXO E-06: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 006	60
ANEXO E-07: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 007	61
ANEXO E-08: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 008	62
ANEXO E-09: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 009	63
ANEXO E-10: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 001	64
ANEXO E-11: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 002	65
ANEXO E-12: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 003	66
ANEXO E-13: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 004	67
ANEXO E-14: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 005	68
ANEXO E-15: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 006	69

ANEXO E-16: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 007/1	70
ANEXO E-17: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 007/2	71
ANEXO E-18: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 008/1	72
ANEXO E-19: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 008/2	73
ANEXO E-20: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 009	74
ANEXO E-21: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 010	75
ANEXO E-22: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 011	76
ANEXO E-23: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 012	77
ANEXO E-24: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 013	78
ANEXO E-25: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 014	79
ANEXO E-26: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 015	80
ANEXO E-27: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 016	81
ANEXO E-28: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 017	82
ANEXO E-29: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 018	83
ANEXO E-30: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 019	84
ANEXO E-31: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 020	85
ANEXO E-32: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 021	86
ANEXO F: CATÁLOGO TUBOS TIGRE.....	87
ANEXO G: TUBOS NBR 5580	88

1 INTRODUÇÃO

O ar comprimido é uma forma de energia benéfica em muitos sentidos. Ele é limpo e seguro, pode armazenar grandes quantidades de energia de forma segura e confiável e seu transporte e armazenamento é fácil, por isso ele é muito útil para aplicações industriais altamente diversificadas. O ar comprimido pode ser utilizado para quase tudo, desde operar chaves de fenda e ferramentas semelhantes, a criar movimentos e elevação, limpar superfícies com sopro, mover e resfriar materiais, entre outros.

De acordo com informações da Silvent, empresa líder de mercado em fornecimento de componentes para sistemas de ar comprimido, atualmente cerca de 90% de todas as empresas de manufatura utilizam ar comprimido de alguma forma em seus processos de produção.

(Em: <<https://www.silvent.com/pt-br/como-podemos-ajuda-lo/eficiencia/ar-comprimido/>>. Acesso em: 22 de abril de 2018)

Para Paz (2012 apud FIALHO, 2012), a instalação de uma rede de ar comprimido não apenas em nível industrial, mas para qualquer que seja a utilização, requer determinados cuidados que vão desde a localização da central geradora (compressores), sistema de arrefecimento (quando necessário), dimensionamento de rede, sistemas de montagem e fixação da rede, tratamento do ar e identificação conforme normas.

Um dos problemas deste tipo de sistema é que todos estão sujeitos a vazamentos e são consideradas comuns perdas de até 40% de todo o ar comprimido produzido. Portanto, identificar, eliminar e reduzir os vazamentos de ar comprimido é uma das maneiras mais simples e eficientes de economizar energia. Válvulas, tubos, mangueiras e conexões mal vedadas, corroídos, furados e sem manutenção, são responsáveis por vazamentos de enormes proporções num sistema pneumático. (METALPLAN, 2008).

Dentro deste contexto a empresa ALUVIL, sediada em Aracruz, Norte do ES, e que atua no segmento de metalurgia, optou pela instalação de um sistema de ar comprimido para otimizar a produção de peças metálicas e trabalho com vidro, entretanto esse sistema foi instalado sem estudo prévio dos padrões e normas recomendadas. Atualmente, o sistema apresenta uma série de falhas como: inexistência de itens como purgadores, lubrificantes e pontos de drenagem, erro no posicionamento das tubulações, acúmulo excessivo de condensado, deficiência na quantidade de pontos de consumo e material da tubulação inadequado para a potência do compressor.

Devido a ineficiência atual do sistema decorrente das falhas mencionadas anteriormente, apenas 2 funcionários conseguem utilizar ferramentas pneumáticas simultaneamente, fazendo com que o restante precise realizar suas atividades utilizando ferramentas manuais.

Como forma de estimar o prejuízo causado pela ineficiência do sistema atual foram realizadas medições na empresa para se estabelecer o tempo necessário para se realizar as tarefas mais comuns executadas pelo quadro de funcionários utilizando ferramentas pneumáticas e ferramentas manuais, em seguida foi calculada a redução (em percentual) de tempo caso todas as tarefas fossem realizadas utilizando exclusivamente ferramentas pneumáticas.

A tabela 1 apresenta a comparação de rendimento com base nas informações registradas.

Tabela 1: Comparação de rendimento com ferramentas manuais x pneumáticas

ITEM	USINAGEM		REBITAGEM		MONTAGEM	
	Duração	Duração	Duração	Duração	Duração	Duração
	utilizando	utilizando	utilizando	utilizando	utilizando	utilizando
	ferramenta	ferramenta	ferramenta	ferramenta	ferramenta	ferramenta
	manual	pneumática	manual	pneumática	manual	pneumática
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
JANELA	105	25	NA	NA	310	300
ESTR.	NA	NA	NA	NA	45	20
VIDRO						
PORTÃO	30	20	275	225	405	340
MAX-AR	35	10	15	5	150	130
PORTA	120	35	NA	NA	340	250
TOTAL	290	90	290	230	1250	1040
	Redução	69%	Redução	21%	Redução	17%

Fonte: Autores

Utilizando as informações registradas determinou-se que, em termos gerais, caso 1 (UMA) unidade de cada um dos produtos mencionados seja fabricado utilizando-se exclusivamente ferramentas pneumáticas, teria-se uma **redução de 26%** (Tempo total com ferr. Pneum.: 1360min / Tempo total com ferr Man.: 1830min) **de custo** com HH (homem/hora).

O custo médio atual de cada funcionário para a empresa é de R\$ 2500,00 (considerando salário + benefícios) e considerando o quadro atual de 10 operadores tem-se um custo mensal de R\$ 25.000,00.

Considerando que apenas 2 funcionários conseguem utilizar ferramentas pneumáticas simultaneamente estabeleceu-se que 8 desses funcionários possuem um rendimento considerado abaixo do ideal, trabalhando aproximadamente a 74% de seu potencial devido à limitação de utilização do ferramental.

Em termos de custo isso representa para a empresa um gasto de R\$ 5200,00 por mês a mais do que o necessário caso todos funcionários trabalhassem utilizando ferramentas pneumáticas, como detalhado na tabela abaixo:

Tabela 2: Impacto Financeiro

FUNCIONÁRIOS	SALÁRIO + BENEFÍCIOS	CUSTO MENSAL	
10	R\$ 2.500,00	R\$ 25.000,00	
SITUAÇÃO ATUAL			
2 FUNCIONÁRIOS TRABALHAM A 100% UTILIZANDO FERRAMENTAL PNEUMÁTICO			
8 TRABALHAM A 74% UTILIZANDO FERRAMENTAS MANUAIS DEVIDO A INEFICIÊNCIA DO SISTEMA PNEUMÁTICO			
FUNCIONÁRIOS	RENDIMENTO PERDIDO	SALÁRIO	TOTAL NÃO APROVEITADO
8	26%	R\$ 2.500,00	R\$ 5.200,00

Fonte: Autores

Com base nessas informações estima-se que a empresa tenha um prejuízo direto de aproximadamente R\$ 62.400,00 no seu faturamento anual apenas com o custo desnecessário de mão de obra baseado no tempo a mais dispensado para a fabricação de peças.

Considerando as informações mencionadas determinou-se a necessidade de redimensionar o sistema pneumático da empresa adequando-o às normas regulamentadoras proporcionando assim uma otimização significativa dos recursos disponíveis.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Redimensionar o sistema pneumático da empresa ALUVIL.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Elaboração de um projeto 3D para análises do layout;
- Gerar isométricos de montagem da rede de ar comprimido;
- Desenvolver uma planilha dinâmica como ferramenta de dimensionamento de sistemas pneumáticos;
- Especificar e levantar custos dos componentes a serem utilizados na implantação do sistema.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Ar comprimido é ar atmosférico pressurizado, o qual é condutor de energia térmica, pode ser armazenado e transportado por tubulações, assim como pode executar trabalhos através da conversão de energia em motores e cilindros (BOSCH, 2008).

3.1 SISTEMAS DE AR COMPRIMIDO

Bortolin (2014 apud Karmouche, 2009), afirma que quase todas as plantas industriais, da pequena à grande empresa, têm algum tipo de sistema de ar comprimido. O ar comprimido é utilizado em várias aplicações como: ferramentas pneumáticas, acionamentos mecânicos, controle de equipamentos e transporte de materiais. Entre os muitos processos industriais, os sistemas de ar comprimido têm um significativo papel na produção, correspondendo a uma parcela expressiva dos gastos com energia em uma unidade industrial.

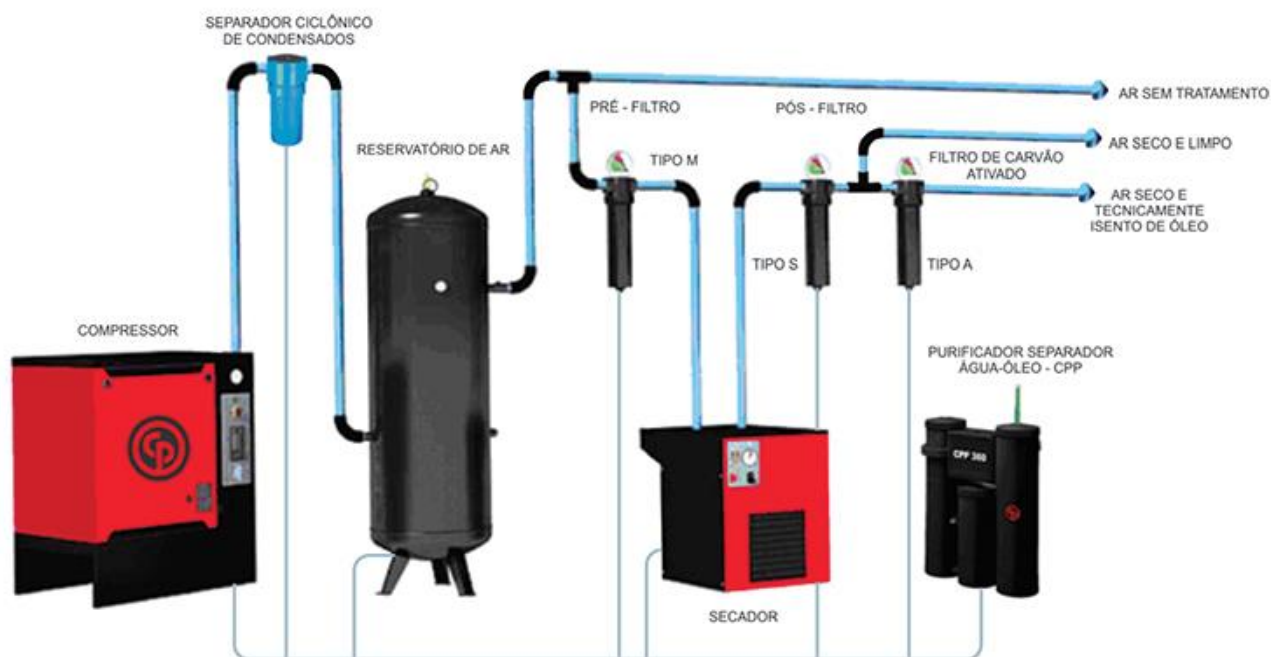
Ainda de acordo com Bortolin (2014 apud JESUS, 2012), cabe destacar que o ar comprimido passa por um conjunto de etapas antes de ser utilizado. Estas etapas compreendem a produção e o tratamento do ar até ser distribuído nas máquinas. O ar sofre um tratamento após ser comprimido, para que chegue aos pontos de consumo com qualidade.

Em oposição a tipos comparáveis de energia como gás, água e eletricidade, o ar comprimido normalmente não é fornecido por fornecedores externos, mas sim produzido no local, portanto, é de responsabilidade do usuário satisfazer exigências de qualidade e reduzir os custos de produção o máximo possível. (Em:<<https://www.silvent.com/pt-br/como-podemos-ajuda-lo/eficiencia/ar-comprimido/>>. Acesso em: 22 de abril de 2018)

3.2 EQUIPAMENTOS DE UM SISTEMA DE AR COMPRIMIDO

A figura a seguir ilustra um sistema de ar comprimido típico, de acordo com a norma ISO - 8573 - 1¹, com os equipamentos habitualmente necessários para o fornecimento confiável de ar comprimido de qualidade.

Figura 1: Sistema de Ar Comprimido



Fonte: Chicago Pneumatic (2018)

A quantidade e o tipo de cada equipamento utilizado é função da aplicação do ar comprimido.

Aplicações mais críticas exigem sistemas redundantes, como fontes de energia alternativas, para garantir o suprimento de ar comprimido em situações de emergência.

Outras aplicações irão requerer um sistema de purificação do ar mais sofisticado, com monitoração constante do nível de contaminação, a fim de evitar danos irreversíveis aos usuários (METALPLAN, 2010).

¹ABNT NBR ISO - 8573 - 1: 2013: Ar Comprimido - Contaminantes e classes de pureza.

3.3 GERAÇÃO DE AR COMPRIMIDO

Compressores são usados para a geração de ar comprimido. Para eleger o mais apropriado compressor de ar, informações como valores de pressão e volume de ar comprimido necessários por unidade de tempo devem ser conhecidas.

3.3.1 Compressores

De acordo com seus princípios funcionais, compressores de ar comprimido são divididos em:

- Compressor Dinâmico
- Compressor de Deslocamento Positivo

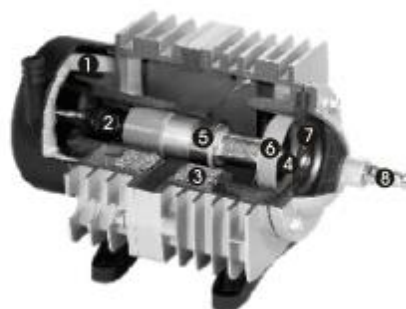
Diferentes tipos de compressores estão disponíveis nestas categorias com características próprias, as quais têm que ser levadas em conta no momento da escolha (BOSCH, 2008).

Em termos conceituais, os compressores de pistão (Figura 2) e de parafuso (Figura 3) são denominados de deslocamento positivo, pois a compressão do ar é obtida pela redução de seu volume, de forma alternada (pistão) ou contínua (parafuso)

Figura 2: Compressor de Pistão de Alumínio

PARTES DO COMPRESSOR

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Filtro da entrada de ar | 7. Válvula e base da válvula |
| 2. Mola | 8. Saída de ar com adaptador para mangueira |
| 3. Bobinas do motor | |
| 4. Cilindro | |
| 5. Rotor | |
| 6. Pistão SF3 | |



Fonte: Atlascopco (2018)

Figura 3: Compressor Parafuso



Fonte: Compressores.blog (2018)

O compressor centrífugo (Figura 4) é do tipo dinâmico, pois a compressão ocorre pela transformação da energia cinética (velocidade) do ar em energia potencial (pressão).

Os compressores de pistão são comumente aplicados para pequenas vazões (até $100 \text{ m}^3/\text{h}$).

Os compressores de parafuso são mais indicados para pequenas, médias e grandes vazões ($50 \text{ m}^3/\text{h}$ a $2000 \text{ m}^3/\text{h}$).

Os compressores centrífugos (Figura 4) são mais indicados para vazões grandes e muito grandes ($> 1500 \text{ m}^3/\text{h}$).

Figura 4: Compressor Centrífugo



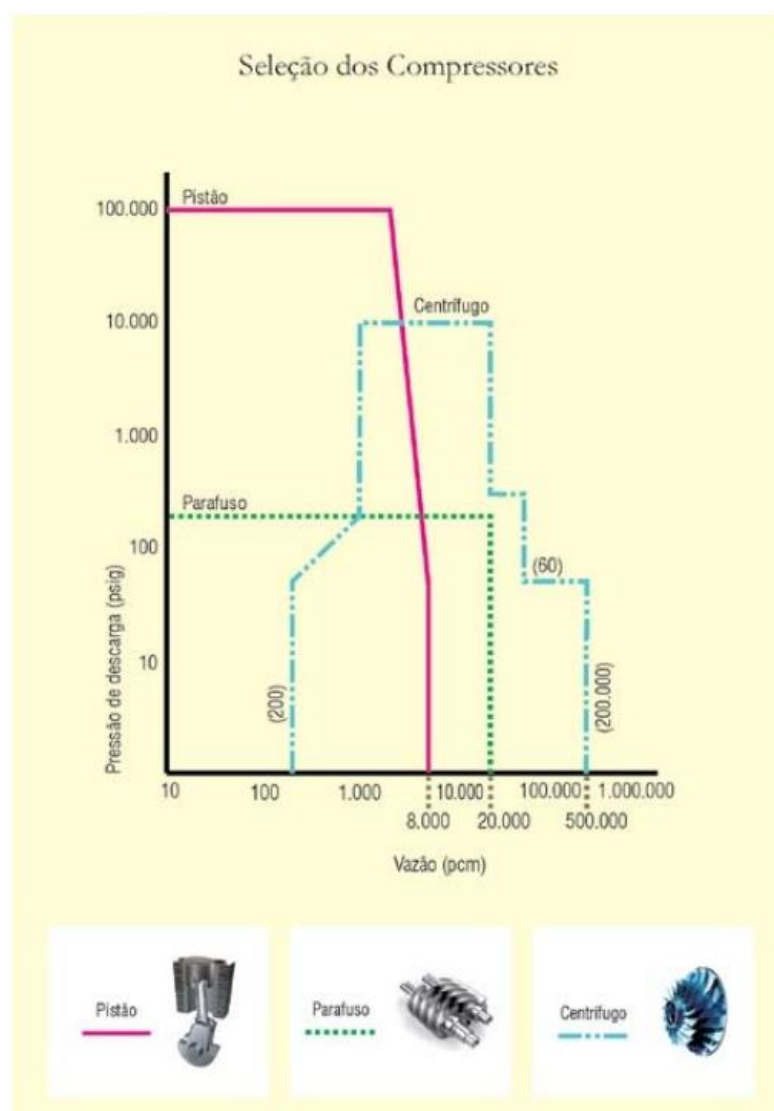
Fonte: Metalplan, 2010

As pressões atingidas pelos compressores variam, em geral, entre 6 bar e 40 bar, sendo a pressão de 7 bar tipicamente encontrada na maioria das aplicações. Um eficiente sistema de ar comprimido começa pela escolha dos compressores mais adequados para cada atividade.

A seleção do compressor mais adequado para uma determinada aplicação é função da vazão, pressão e nível de pureza exigidos por tal aplicação.

O diagrama a seguir (Figura 5), elaborado pelo Compressed Air and Gas Institute (CAGI-EUA), auxilia na escolha do tipo de compressor mais indicado para atender os parâmetros vazão e pressão.

Figura 5: Diagrama Vazão x Pressão de Descarga



Embora a faixa de aplicação dos compressores de pistão seja bastante ampla, é notório que os compressores de parafuso têm recebido a preferência dos usuários para vazões a partir de 50 pcm ($85 \text{ m}^3/\text{h}$), devido às suas características de desempenho superiores.

A Figura 6 apresenta a diferença do Custo de Propriedades (Aquisição, Manutenção e Energia Elétrica) entre compressores de pistão e de parafusos, nas mesmas condições de operação. Sendo destacada a economia na utilização do compressor de parafuso.

Figura 6: Custo de Propriedades entre compressor pistão e parafuso (mesmas condições de operação)

COMPRESSOR DE PISTÃO X COMPRESSOR DE PARAFUSO

Um compressor de pistão de 15 hp fornece $75 \text{ m}^3/\text{h}$ de ar comprimido.

Após um ano de operação (8760 h), o consumo de energia será de 105 mil kWh, a um custo de R\$ 37.000,00*.

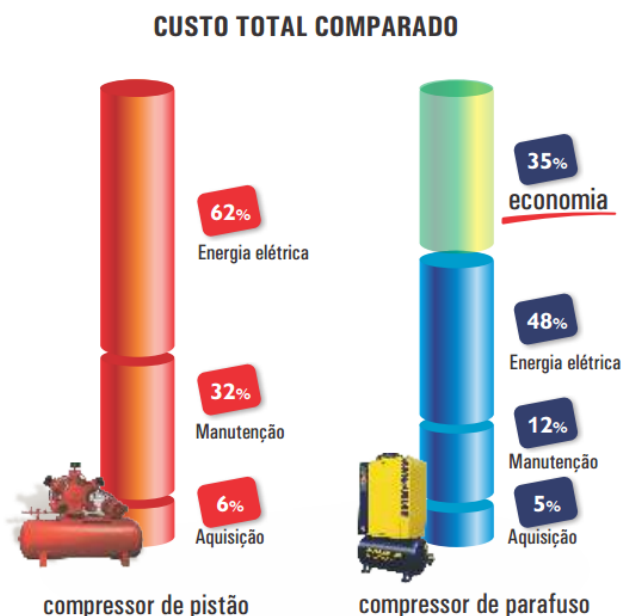
Um compressor de parafuso de 10 hp também fornece $75 \text{ m}^3/\text{h}$ de ar comprimido, consumindo apenas 70 mil kWh, a um custo de R\$ 24.700,00.

Com a redução de 5 hp na potência, o usuário economizará R\$ 12.300,00 em um ano, valor suficiente para adquirir um novo compressor.

Além disso, os compressores de parafuso:

- possuem custo de manutenção extremamente baixo.
- operam em regime contínuo, virtualmente sem falhas.
- são totalmente silenciosos.
- ocupam mínimo espaço.

*kWh ~ R\$ 0,35



Fonte: Manual de Ar Comprimido, METALPLAN, 2010 p. 14 – 18.

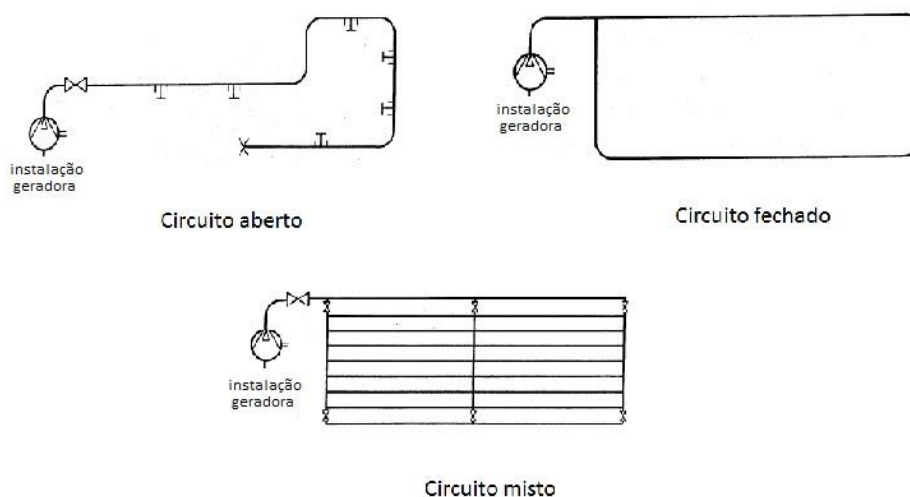
3.4 ARMAZENAMENTO DE AR COMPRIMIDO

Um reservatório deve atender a PMTA (Pressão Máxima de Trabalho Admissível) do sistema, ser projetado, fabricado e testado conforme o conjunto de normas nacionais e internacionais (NR – 13, ASME, etc), possuir instalados seus acessórios mínimos obrigatórios (manômetro e válvula de segurança) e receber uma proteção anticorrosiva interna e externa de acordo com sua exposição à oxidação.

3.5 LAYOUT

De acordo com Bortolin (2014 apud JESUS, 2012), as tubulações pneumáticas devem ser instaladas em locais adequados para facilitar a realização de manutenções periódicas, auxiliando a detecção de fugas de ar. Pequenos vazamentos podem parecer insignificantes, mas provocam expressivas perdas de pressão. Há três tipos principais de redes de distribuição: Rede em circuito aberto, rede em circuito fechado e rede combinada, apresentada na Figura 5.

Figura 5: Tipos de rede de distribuição



Fonte: Adaptado de Silva, 2002, p. 36 e p. 37

O layout deve se apresentar em escala ou desenho isométrico do local de estudo a fim de permitir a definição dos comprimentos das tubulações e a localização dos acessórios. O mesmo deve ser disposto de forma a atender todos os pontos

de consumo de ar comprimido sem que ocorra queda de pressão nos pontos mais distantes. (PARKER TRAINING, 2006).

3.6 DISTRIBUIÇÃO DE AR COMPRIMIDO

Uma rede de ar comprimido corretamente dimensionada garante uma baixa perda de carga (queda de pressão) entre a geração e o consumo, resultando num suprimento de ar adequado aos usuários, além de uma significativa economia de energia.

Sempre que possível, interligue entre si as extremidades da rede de ar, além de facilitar a equalização das pressões. O circuito em anel fechado é um layout de rede correto e bastante comum.

Mesmo que o ar comprimido seja tratado, convém construir a rede com uma pequena inclinação no sentido do fluxo de ar e instalar algumas válvulas nos pontos inferiores da mesma, visando captar o condensado formado durante eventuais paradas dos equipamentos de tratamento.

Com relação aos materiais da tubulação, dê preferências aos resistentes à oxidação, como aço galvanizado, aço inoxidável, alumínio, cobre e plásticos de engenharia. Utilize também conexões de raio longo para minimizar a perda de carga (METALPLAN, 2010).

3.7 PROBLEMAS RELACIONADOS A AR COMPRIMIDO

3.7.1 Vazamento de ar comprimido

Todos os sistemas de ar comprimido estão sujeitos a vazamentos. Em um sistema novo de distribuição é comum o usuário incrementar em 5% o volume total de fornecimento para compensar perdas; (APOSTILA DA BOSCH, 2008).

A Tabela 3 especifica o prejuízo estimado em R\$ (Reais) de diferentes diâmetros de vazamento no decorrer de um ano. Supondo-se uma rede com diversos pontos de vazamento, pode-se determinar que o prejuízo financeiro causado por esse problema pode ser extremamente significativo.

Tabela 3: Vazamento de ar comprimido através de diferentes diâmetros de orifícios e custo energético.

Diâmetro do orifício de vazamento (pol)	Vazamento (m³/h)	Custo (R\$/ano)
1/32"	2,72	340,00
1/16"	10,9	1.360,00
1/8"	44,2	5.515,00
1/4"	174,0	21.715,00
3/8"	397,5	49.610,00

(Considerando: P = 7 bar / uso = 16h/dia 300dias/ano (0,1kWh ~ R\$ 0,25)

Fonte: METALPLAN, 2010

Outro problema decorrente de vazamentos e mal dimensionamento das redes é a queda de pressão, que também pode acarretar em significativos prejuízos financeiros como demonstrado na tabela 4.

Tabela 4: Custos x Queda de Pressão

Vazão (m³/h)	Queda de pressão (psi)	Custo (R\$/ano)
340	0,07 (1)	215,00
	0,14 (2)	430,00
800	0,07 (1)	505,00
	0,14 (2)	1.010,00
1700	0,07 (1)	1.075,00
	0,14 (2)	2.150,00

(Considerando: P = 7 bar / uso = 16h/dia 300dias/ano (0,1kWh ~ R\$ 0,25)

Fonte: METALPLAN, 2010.

3.7.2 Tratamento de ar comprimido

A contaminação do ar comprimido é a soma do ar ambiente com outras substâncias que são introduzidas durante o processo de compressão.

O ar ambiente é contaminado por partículas sólidas (poeira, microrganismos, etc.), vapor d'água (umidade relativa), vapores de hidrocarbonetos (fumaça de óleo diesel, etc.), dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido de nitroso, dióxido de enxofre, etc.

Durante o processo de compressão, o ar comprimido também é contaminado pelo óleo lubrificante do compressor e por partículas sólidas provenientes do desgaste de peças móveis do mesmo. Na tubulação de distribuição, o ar comprimido ainda pode arrastar ferrugem e outras partículas.

A pressão e a temperatura do ar comprimido potencializam os efeitos prejudiciais de todos esses contaminantes gasosos. A redução gradual da temperatura do ar comprimido ao longo da tubulação causa a condensação de alguns contaminantes gasosos.

Ao atingirem a fase líquida (condensado), esses contaminantes estarão presentes no fluxo de ar comprimido sob diferentes aspectos, desde um conjunto amorfo (filete de condensado) depositado nas partes inferiores da tubulação e dos equipamentos, passando por pequenas gotas e chegando até a aerossóis microscópicos dispersos entre as moléculas do ar comprimido.

Tabela 5: Taxas aproximadas de contaminação

Contaminante	Dimensão	Concentração
Sólidos	0,01 a 2,0 μm	10^{20} partículas/ m^3
Água	- x -	46,3 g/ m^3
Óleo	- x -	15 mg/ m^3

Fonte: METALPLAN, 2010.

O resultado de todos os contaminantes é uma emulsão ácida e abrasiva que compromete o correto funcionamento de um sistema de ar comprimido em qualquer tipo de aplicação (METALPLAN, 2010).

3.8 FILTRO DE AR COMPRIMIDO

O filtro de ar comprimido aparece geralmente em três posições diferentes: antes e depois do secador de ar comprimido e também junto ao ponto de uso. Os filtros instalados no ponto de uso são utilizados para evitar que os contaminantes presentes ao longo da tubulação de ar comprimido atinjam a aplicação final do mesmo.

Se o sistema não possui qualquer tipo de tratamento de ar comprimido, os filtros instalados no ponto de uso são ainda mais recomendados.

Os modernos filtros para ar comprimido são do tipo coalescentes e adsorvedor. Esses filtros são constituídos por uma carcaça resistente a pressão do ar comprimido e por um elemento filtrante, que é responsável pela filtração do ar.

Alguns acessórios costumam fazer parte deste equipamento, como um purgador automático e um manômetro indicador de saturação do elemento filtrante (perda de carga). Os elementos filtrantes são geralmente apresentados em diferentes graus de filtração, utilizados conforme a aplicação do ar comprimido e a posição do filtro no sistema.

Aplicações menos severas, bem como os pré-filtro, exigem elementos com menor capacidade de retenção. Da mesma forma, aplicações críticas e pós-filtros necessitarão de elementos com maior poder de filtração. (Metalplan, 2010).

3.9 FÓRMULAS PARA CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO

3.9.1 Reservatórios

Conforme recomendação de Parker Training (2009), calculou-se o volume mínimo do reservatório através da equação 1 e equação 2, pois se trata de um

método de cálculo mais objetivo e que independe de condições muito específicas, depende apenas da vazão.

$$V = 0,1 \times Q \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

- V = Volume do reservatório (m^3)
- Q = Vazão total do sistema (m^3/min)

3.9.2 Volume de ar corrente

O volume de ar corrente (Q), ou vazão, é a vazão mínima suficiente para atender toda a demanda considerando também um crescimento futuro e as perdas por vazamentos. É obtida por meio da soma das quantidades de ar consumido pelos equipamentos, ferramentas, etc (APOSTILA BOSCH, 2008).

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots (\text{Equação 2})$$

Onde:

- Q1, Q2, Q3, ... = Consumo unitário de cada equipamento (m^3/min)
- Q = Vazão total do sistema (m^3/min)

3.9.3 Pressão de regime

A pressão de regime foi definida através da pressão indicada no manual do compressor.

3.9.4 Definição da queda de pressão admitida

Para queda de pressão admitida na linha principal, nas linhas secundárias e de alimentação, optou-se em adotar o valor de $0,3 \text{ kgf/cm}^2$ visando um melhor desempenho da rede, conforme Fialho (2004).

Outro fator para a escolha desse fator é o tamanho da rede que pode ser considerada pequena.

3.9.5 Comprimentos equivalentes

3.9.5.1 Trechos retos

O comprimento total dos trechos retos (L_r) foi encontrado por meio do somatório das medidas de trechos da linha principal assim como o comprimento dos trechos retos de cada ponto de alimentação.

Os comprimentos de todos os trechos retos foram calculados conforme a Equação 3:

$$L_r = \sum_{i=1}^i L_i \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

- L_r = Comprimento total dos trechos retos (m);
- L_i = Comprimento de cada trecho reto (m).

3.9.5.2 Singularidades

O comprimento equivalente total (L_e) foi determinado somando-se os comprimentos equivalentes de cada singularidade na rede pneumática.

Os comprimentos equivalentes foram encontrados verificando-se as tabelas de comprimento de tubo equivalente à perda de carga por singularidade, conforme sugerida por Fialho (2004). (ANEXO A)

3.9.5.3 Comprimento equivalente total

O comprimento equivalente total foi encontrado conforme a Equação 4:

$$Lt = Lr + Le \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

- Lt = Comprimento equivalente total (m);
- Lr = Comprimento total dos trechos retos (m);
- Le = Comprimento equivalente total das singularidades (m).

3.10 DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento utilizou-se a Equação 5, sugerida por Fialho (2004) e utilizada por Bortolin (2014).

$$d = 10 \times \left[\sqrt[5]{\frac{1,663785 \times 10^{-3} \times Q^{1,85} \times Lt}{\Delta P \times P}} \right] \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

- d = Diâmetro interno (mm);
- Q = Volume de ar corrente (m^3/h);
- Lt = Comprimento total da linha (m);
- ΔP = Queda de pressão admitida (kfg/cm^2);
- P = Pressão de regime (kfg/cm^2).

Por meio dessa equação, conhecendo-se todas as variáveis nela contidas, chegaram-se aos resultados parciais e finais das medidas de diâmetro dos tubos.

3.11 SOFTWARE PARA MODELAGEM 3D

Segundo a MAPDATA o software AutoCAD Plant 3D É dirigido às orientações de Spec's, além de ser provido com vasto catálogo normalizado para peças, equipamentos, suportes estruturais e tubulações. Ele permite aos usuários criar e editar diagramas de processos e instrumentação e sincronizar dados fundamentais com o modelo 3D. Vistas ortogonais, isométricas e toda documentação de projeto pode ser facilmente gerada e compartilhada.

Com moderna interface de projeto, ajuda a simplificar o modelamento e a edição de estruturas de apoio, suportes de fixação, conjuntos de equipamentos e roteamento de tubulações para os mais variados tipos de plantas de processos industriais.

(Em:<<http://www.mapdata.com.br/produtos/autodesk/autocad-plant-3D/>>.

Acesso em: 28 de agosto de 2018)

Levando em consideração as vantagens apresentadas acima e o fato de ser possível obter uma licença gratuita para estudantes, optou-se por utilizar o software AutoCAD Plant 3D para a elaboração de todo o projeto 3D e geração de isométricos para construção da linha.

3.12 ESCOLHA DOS MATERIAIS

No trabalho de conclusão de curso intitulado “REDIMENSIONAMENTO E MELHORIA DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO DA INSTITUIÇÃO Sesi/SENai DE ARACRUZ”, do ano de 2017, nas sugestões para trabalhos futuros, Soeiro e Rosa recomendam:

“Realizar o estudo aplicando plásticos de engenharia como material de fabricação das tubulações, como por exemplo, o Polipropileno Randon (PPR).”

Por esse motivo os materiais escolhidos para elaboração das tabelas de custo foram o AÇO NBR-5580, utilizado por Soeiro e Rosa (2017) em seu trabalho e o PPR Industrial (Anexo F-33).

4 METODOLOGIA

Um sistema de ar comprimido bem dimensionado poderá proporcionar um menor custo de produção para a empresa, em virtude do menor consumo de energia, além de um melhor rendimento e maior vida útil dos equipamentos pneumáticos. (BORTOLIN, 2014).

Diante disso, procurou-se determinar da maneira mais simples possível o melhor caminho para efetuar o dimensionamento do sistema de ar comprimido.

Os seguintes passos foram utilizados para a realização do redimensionamento:

1. Coleta e análise de dados e identificação de problemas;
2. Redefinição do layout através de Software 3D;
3. Geração de isométricos no padrão PIP (Process Industry Practices);
4. Elaboração de planilha dinâmica para dimensionamento do sistema:
 - 4.1 Cálculo de vazão do sistema e fator de previsão de crescimento;
 - 4.2 Cálculo de volume do reservatório;
 - 4.3 Definição de pressão de regime;
 - 4.4 Definição de queda de pressão admitida;
 - 4.5 Comprimentos equivalentes;
5. Geração de isométricos com diâmetro escolhido e elaboração da lista de componentes;
6. Levantamento de custos;

4.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS E IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS

Todos os dados para a realização dos cálculos foram obtidos através de visitas técnicas realizadas nas dependências da empresa ALUVIL, mediante autorização. (ANEXO B)

Utilizou-se uma fita métrica para tomar as medidas de toda a área física do espaço para possibilitar a criação de uma planta em software 3D que permitisse a elaboração do layout proposto. (ANEXO C)

A lista de equipamentos foi obtida através de observação e considerando novos equipamentos que a empresa informou que seriam obtidos, a partir dessa informação foi feita uma consulta aos manuais de cada equipamento para a obtenção de dados relevantes como pressão de trabalho e consumo de ar.

4.2 REDEFINIÇÃO DO LAYOUT ATRAVÉS DE SOFTWARE 3D

Através do software AutoCAD Plant 3D foi-se modelada a estrutura física da oficina, em seguida foram especificados os locais de cada equipamento e bancadas para se determinar a localização dos pontos de consumo.

Decidiu-se desconsiderar o layout atual do sistema pois o mesmo foi elaborado sem orientação profissional, não sendo capaz de atender a demanda atual e futura da empresa.

O redimensionamento foi elaborado optando pelo sistema fechado, pois, de acordo com Parker Training (2007) “O anel fechado auxilia na manutenção de uma pressão constante, além de proporcionar uma distribuição mais uniforme do ar comprimido para os consumos intermitentes.”

O novo layout foi elaborado buscando garantir as seguintes condições:

- Diminuição de perda de carga;
- Eliminação de curvas ou derivações desnecessárias;
- Fornecimento uniforme de ar em todos os pontos de consumo;
- Redução do acúmulo de condensado;
- Inserção de pontos de consumo onde eram inexistentes ou mesmo insuficientes.

4.3 GERAÇÃO DE ISOMÉTRICOS NO PADRÃO PIP (PROCESS INDUSTRY PRACTICES)

Baseado na tubulação modelada no software 3D, com diâmetro estimado, o software gera isométricos com as informações de comprimentos de trechos retos, quantidade de acidentes, tês, etc. Essa informação foi então copiada e colada em uma planilha para o cálculo do diâmetro normalizado da rede.

4.4 ELABORAÇÃO DE PLANILHA DINÂMICA PARA DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

4.4.1 Cálculo de vazão e fator de previsão de crescimento

O volume de ar corrente, a vazão, a pressão de trabalho e o fator de utilização de cada equipamento foram obtidos através das informações contidas nos manuais do fabricante de cada um. Para se evitar perda de pressão por possíveis vazamentos no novo circuito, adicionou-se também mais 5% na vazão total.

Para fator de previsão de crescimento futuro adotou-se o valor de 1,25, ou seja, a demanda de ar para os cálculos é aumentada em 25%.

4.4.2 Cálculo de volume do reservatório

Para o cálculo do volume do reservatório foi utilizada a equação 1 do Referencial da Literatura.

4.4.3 Definição da pressão de regime

A pressão de regime foi definida através da pressão indicada no manual do compressor.

4.4.4 Definição da queda de pressão admitida

Para queda de pressão admitida na linha principal, nas linhas secundárias e de alimentação, seguiu-se a orientação de Fialho (2004) visando um melhor desempenho da rede.

Outro motivo para a escolha desse fator é o tamanho da rede que pode ser considerada pequena.

4.4.5 Comprimentos equivalentes

Para definição dos comprimentos equivalentes foi utilizada a equação 5 do Referencial da Literatura.

4.5 GERAÇÃO DE ISOMÉTRICOS COM DIÂMETRO ESCOLHIDO E ELABORAÇÃO DA LISTA DE COMPONENTES

Após definir o layout ideal para a rede, as informações de comprimentos retos, comprimentos equivalentes e componentes da rede foram extraídas do software 3D e lançadas na planilha criada. Com base nas equações especificadas nas referências o diâmetro normalizado ideal para cada trecho foi calculado. Foi então escolhido o diâmetro a ser utilizado em cada trecho e essa informação foi lançada no software 3D, possibilitando assim a geração dos isométricos para montagem da rede e criação da lista final de componentes.

4.6 LEVANTAMENTO DE CUSTOS

Após a elaboração da lista final de componentes fez-se o levantamento do custo de aquisição do material através de orçamentos dos sites dos fornecedores, considerando dois materiais diferentes, o PPR PN20 (ANEXO F) e o AÇO NBR-5580 (ANEXO G). Em ambos orçamentos foi incluído o valor referente a aquisição de um novo compressor, pois, após análise da demanda da oficina, foi identificado que o compressor atual não atende a necessidade da empresa. O custo de instalação do sistema considerou o valor de H/h da empresa pois será realizada pelos próprios funcionários da empresa.

5 RESULTADOS

5.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS E IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS

Os dados referentes a quantidade de equipamentos e o consumo de cada um são apresentados na tabela 6.

Tabela 6: Quantidade de Equipamentos e Consumo Unitário

Equipamento	Quantidade (unid)	Pressão de trabalho (bar)	Consumo unitário (m³/h)
Máquina pantográfica IP100	1	6	1,70
Máquina de usinagem de perfis TopMax (Inova, Gold & suprema)	3	7	15,00
Policorte Pema SU 300	1	6	1,70
Soprador	5	6	15,00
Saída de engate rápido para ferramentas abaixo	10	6,2	23,76
Martelete	NA	6	15,24
Furadeira	NA	6,2	23,76
Parafusadeira	NA	6,2	23,76
Rebitadeira	NA	6,2	22,08

Fonte: Autores

Observações sobre os equipamentos:

Máquina pantográfica IP100: Informações retiradas do catálogo "INMES IP100"

Máquina de usinagem de perfis TopMax (Inova, Gold & Suprema): Consumo do equipamento de usinagem é muito mais baixo que o soprador incluído. Portanto, o consumo da máquina considerado será de sua pistola (soprador). Dados do catálogo "SOPRADOR".

Policorte Pema SU 300: Assumimos valor igual à máquina pantográfica devido ao funcionamento da morça e soprador serem os mesmos. Catálogo "INMES IP100"

Soprador: Dados do catálogo "SOPRADOR"

Saída de engate rápido para ferramentas: Assumimos a ferramenta de maior valor de vazão (furadeira pneumática) para dimensionamento das linhas de engate rápido.

Martelete: Informações retiradas do "Manual Würth".

Furadeira: Informações retiradas do "Manual Würth".

Parafusadeira: Informações retiradas do "Manual Würth".

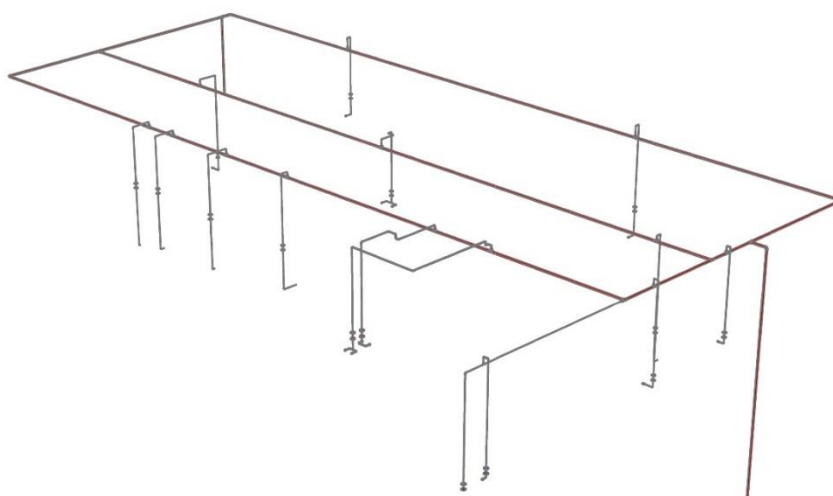
Rebitadeira: Informações retiradas do "Manual Würth".

5.2 REDEFINIÇÃO DO LAYOUT ATRAVÉS DE SOFTWARE 3D

No layout final da rede pode-se observar os seguintes pontos:

Optou-se pela elaboração de uma rede fechada para facilitar a equalização das pressões e garantir a disponibilidade de pontos de consumo em todos locais necessários.

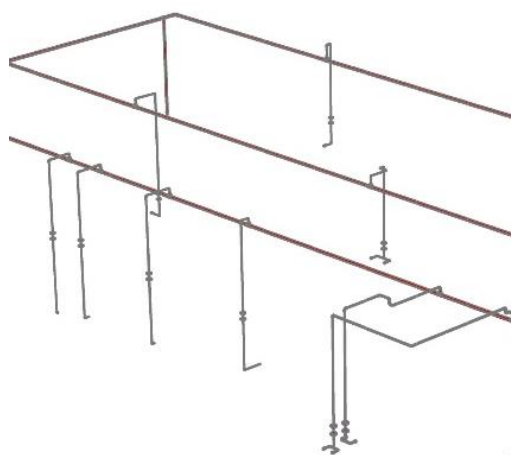
Figura 7: Rede fechada



Fonte: Autores

Todas as ramificações das linhas secundárias se conectam a linha principal pela parte superior e possuem uma concavidade para minimizar o acúmulo de condensado no interior da tubulação.

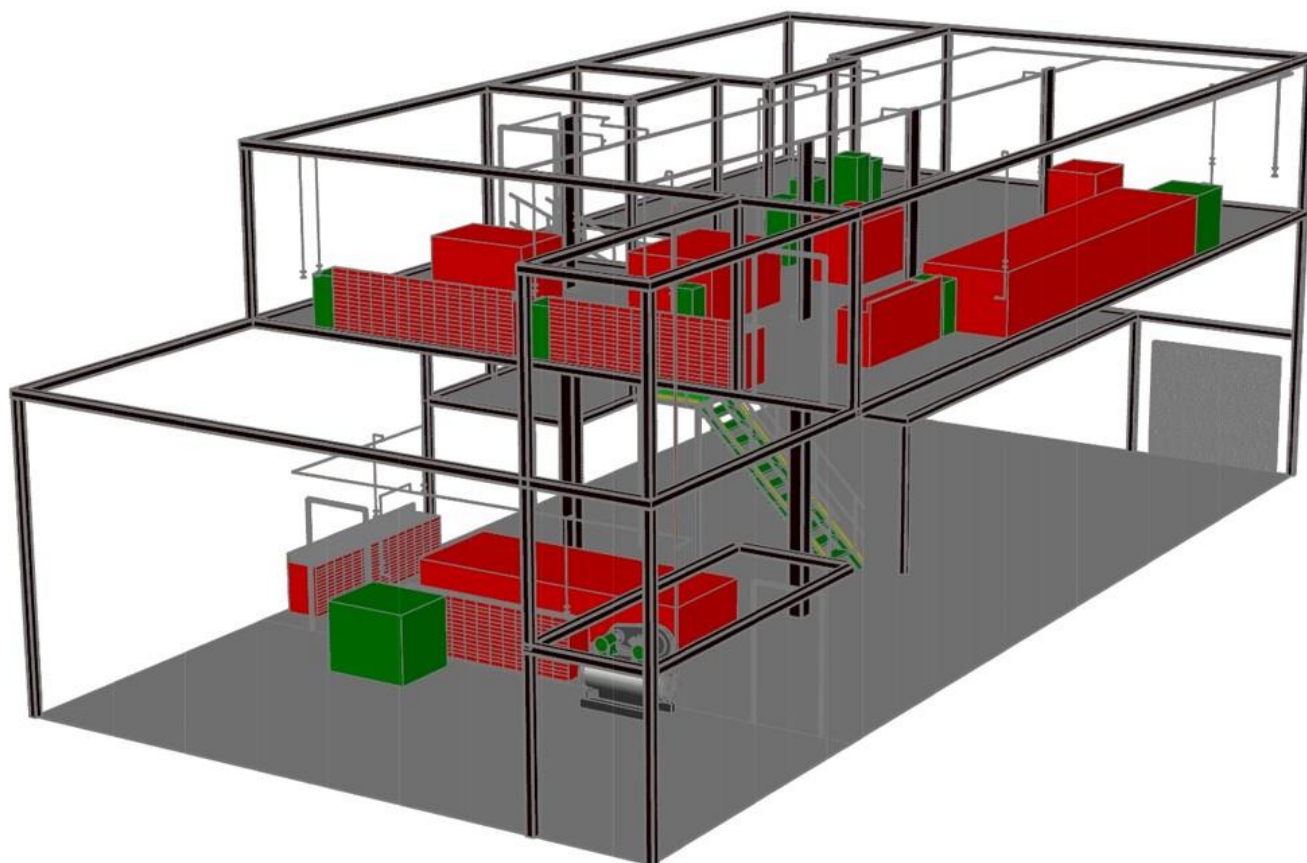
Figura 8: Ramificações das linhas secundárias



Fonte: Autores

O novo layout completo da rede pode ser conferido abaixo:

Figura 9: Layout completo da rede



Fonte: Autores

5.3 GERAÇÃO DE ISOMÉTRICOS NO PADRÃO PIP (PROCESS INDUSTRY PRACTICES)

Os isométricos no padrão IPI são gerados automaticamente pelo software AutoCAD Plant 3D, neles além das informações de montagem constam a identificação da empresa e nome do projeto, lista de materiais e lista de cortes e soldas a serem feitas quando aplicável, conforme pode-se verificar nas imagens abaixo:

Figura 9: Isométrico no padrão PIP

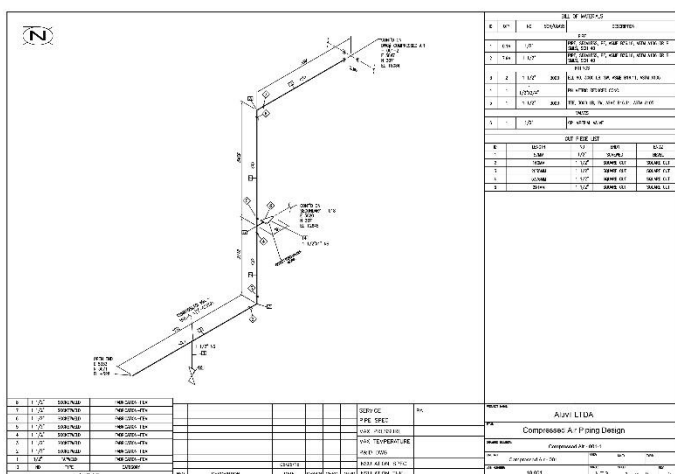


Figura 10: Lista de materiais e cortes

BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	ND	SCH/CLASS	DESCRIPTION
PIPE				
1	0.1M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	7.9M	1 1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
FITTINGS				
3	2	1 1/2"	3000	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	1	1/2"x3/4"		PH METRIC REDUCER CONC.
5	1	1 1/2"	3000	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
VALVES				
6	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE
CUT PIECE LIST				
ID	LENGTH	ND	END1	END2
1	57MM	1/2"	SCREWED	BEVEL
2	160MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
3	2055MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
4	5376MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
5	291MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT

Figura 10: Identificação da empresa e projeto

PROJECT NAME:			
Aluvil LTDA			
TITLE:			
Compressed Air Piping Design			
DRAWING NUMBER:			
Compressed Air - 001-1			
LINE NO:	Compressed Air - 001	AREA:	UNIT:
JOB NUMBER:	18-001	SCALE:	SHEET:
		N.T.S.	1 of 9
			REV. 0

Figura 12: Lista de soldas

ID	ND	TYPE	CATEGORY
8	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION—ITEM
7	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION—ITEM
6	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION—ITEM
5	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION—ITEM
4	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION—ITEM
3	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION—ITEM
2	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION—ITEM
1	1/2"	TAPWELD	FABRICATION—ITEM
WELD LIST			

Os isométricos para montagem da rede podem ser conferidos nos ANEXOS de E-01 a E-23.

5.4 ELABORAÇÃO DE PLANILHA DINÂMICA PARA DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

5.4.1 Cálculo de vazão do sistema e fator de previsão de crescimento

Aa vazão mínima do sistema considerando a pressão de trabalho de cada equipamento, fator de utilização e fator de previsão de crescimento deve ser de pelo menos **1759,2 L/min**, conforme pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7: Levantamento de Consumo m³/h de Ar da ALUVIL

Equipamento	Quantidade (unid)	Pressão de trabalho (bar)	Consumo unitário (m³/h)	Fator de uso	Consumo Total (m³/h)	Fator de vazamentos	Fator de expansão futura	Consumo Total Corrigido (m³/h)
Máquina pantográfica IP100	1	6	1,70	0,30	0,51	5%	25%	0,669
Máquina de usinagem de perfis TopMax (Inova, Gold & suprema)	3	7	15,00	0,17	7,50	5%	25%	9,844
Policorte Pema SU 300	1	6	1,70	0,30	0,51	5%	25%	0,669
Soprador	5	6	15,00	0,17	12,50	5%	25%	16,406
Saída de engate rápido para ferramentas abaixo	10	6,2	23,76	0,25	59,40	5%	25%	77,963
Martelete	NA	6	15,24	NA	NA	NA	NA	DADOS
Furadeira	NA	6,2	23,76	NA	NA	NA	NA	DADOS
Parafusadeira	NA	6,2	23,76	NA	NA	NA	NA	DADOS
Rebitadeira	NA	6,2	22,08	NA	NA	NA	NA	DADOS
TOTAL								105,551 (m³/h)
								1759,188 (l/min)

Fonte: Autores

Considerando que o compressor atual possui deslocamento teórico de 566 L/min concluiu-se que ele não atende à demanda do sistema. Após pesquisas na internet encontramos o compressor modelo Schulz CSLV80BR que possui deslocamento teórico de 2266 L/min e reservatório de 350L e que dentre os

modelos que atendem à demanda, tanto atual quanto futura, da oficina apresentou o melhor custo-benefício.

5.4.2 Cálculo de volume do reservatório

O volume do reservatório deve ser de pelo menos **175,9 L**.

5.4.3 Definição da pressão de regime

Baseado na recomendação dos manuais dos equipamentos consultados a pressão de regime foi definida em **7 bar**.

5.4.4 Definição da queda de pressão admitida

Para queda de pressão admitida na linha principal, nas linhas secundárias e de alimentação, adotou-se o valor de **0,3 kgf/cm²**.

5.4.5 Comprimentos equivalentes

Com base nos dados de comprimento de trechos retos e quantidade de singularidades fornecidos pelo software AUTOCAD PLANT 3D, após o término do dimensionamento virtual realizado, foram-se tabelados os resultados conforme informações nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8: Comprimento total e singularidades da linha principal

	ISO 01	ISO 02	ISO 03	ISO 04	ISO 05	ISO 06	ISO 07	ISO 08	ISO 09	Total
Trecho Reto (m)	7,9	8,2	2,3	9,9	5,3	5,6	13,7	6,1	9,8	68,8
Joelho (unidade)	2	0	0	0	1	0	1	1	0	5
Tê em linha (unidade)	1	2	2	4	2	1	1	1	2	16
Tê ramal (unidade)	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
Válvula (unidade)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autores

Tabela 9: Comprimento total e singularidades das linhas secundárias

	18	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	19
Trecho Reto (m)	12,9	2,2	2	1,9	1,9	2,2	2,3	5,5	3,9	2,9	2,8	2,8	2,9	2,6	2,3	2,6	2,6	2	5,8
Joelho (unidade)	3	3	3	3	3	3	3	8	8	3	3	3	3	3	6	3	3	3	1
Tê em linha(unidade)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tê ramal (unidade)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Válvula (unidade)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Autores

Para valores de perda de carga equivalente, em metros, foram utilizados os especificados na Tabela 10 conforme sugerido por Fialho (2004). (ANEXO A)

Tabela 10: Perdas de Carga Equivalente (m)

Item	1/4"	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"
Cotovelo 90°	1,1	1,1	1,34	1,58	2	2,25	2,6	2,8
Curva RL 90°	0,67	0,67	0,7	0,83	0,98	1	1,1	1,1
Curva 45°	0,21	0,21	0,28	0,39	0,52	0,64	0,83	0,97
Curva RL 180°	1,1	1,1	1,3	1,6	2	2,3	2,6	2,8
Tê fluxo em linha	0,52	0,52	0,73	0,99	1,4	1,7	2,3	2,8
Tê fluxo pelo ramal	1,3	1,3	1,6	2	2,7	3	3,7	3,9
Válvula Gaveta	0,17	0,17	0,2	0,25	0,34	0,37	0,46	0,52
Válvulo Globo	6,7	6,7	7,3	8,8	11,3	12,8	16,5	18,9
Válvula Angular	4,6	4,6	4,6	5,2	5,5	5,5	5,55	5,55
Válvula Retenção Portinhola	2,4	2,4	2,7	3,4	4	4,6	5,8	6,7
União Filtro Y	0,07	0,07	0,07	0,08	0,11	0,12	0,14	0,14

Fonte: Autores

Obs: Os valores para todas as singularidades de 1/4" foram encontrados com base em um diâmetro de referência de 1/2", pois este é o valor mínimo disponível nas tabelas do Fialho.

5.5 GERAÇÃO DE ISOMÉTRICOS COM DIÂMETRO ESCOLHIDO E ELABORAÇÃO DA LISTA DE COMPONENTES

Considerando os valores obtidos acima foi-se criada uma planilha dinâmica utilizando o software EXCEL 2016, na qual ao se inserir os dados de comprimento de trechos retos e quantidade de singularidades, o diâmetro final normalizado é calculado utilizando como referência a equação 6.

Os resultados dos cálculos podem ser observados nas Tabelas 11, 12 e 13, sendo a Tabela 11 referente às linhas secundárias do 1º Piso, a Tabela 12 às linhas secundárias do 2º Piso e a Tabela 13 à Linha Principal.

Tabela 11: Linhas Secundárias do 1º Piso

	Item	Unidade	LINHA 18 Alimentação primeiro piso	LINHA 01 Soprador	LINHA 02 Ferramentas	LINHA 03 Ferramentas
Linear Referência	Trecho reto (Lr)	m	12,90	2,20	2,00	1,90
	Perda de carga admitida	kgf/cm ²	0,30	0,30	0,30	0,30
	Pressão de regime	kgf/cm ²	7,00	7,00	7,00	7,00
	Consumo total corrigido	m ³ /h	63,93	16,41	23,76	23,76
	Diâmetro de referência (1)	mm	18,62	7,90	8,89	8,80
	Diâmetro de referência (2)	Polegadas	3/4	1/3	1/3	1/3
	DIÂMETRO NORMALIZADO		3/4	1/2	1/2	1/2
Singularidades	Item	Unidade				
	Joelho 90°	Unit	3	3	3	3
	Tê fluxo em linha	Unit	3	0	0	0
	Tê fluxo pelo ramal	Unit	0	0	0	0
	Válvula de globo	Unit	1	1	1	1
	Le (m)		6,41	3,47	3,47	3,47
Diâmetro final	Item	Unidade				
	Comprimento total (Lr+Le)	m	19,31	5,67	5,47	5,37
	Perda de carga admitida	kgf/cm ²	0,30	0,30	0,30	0,30
	Pressão de regime	kgf/cm ²	7,00	7,00	7,00	7,00
	Consumo total corrigido	m ³ /h	63,93	16,41	23,76	23,76
	Diâmetro de referência (1)	mm	20,19	9,55	10,88	10,84
	Diâmetro de referência (2)	Polegadas	4/5	3/8	3/7	3/7
	DIÂMETRO NORMALIZADO		1	1/2	1/2	1/2

Fonte: Autores

Tabela 12: Linhas Secundárias do 2º Piso

	Item	Unidade	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
Ref.	Trecho reto (Lr)	m	1,9	2,2	2,3	5,5	3,9	2,9	2,8	2,8	2,9	2,6	2,3	2,6	2,6	2,0	5,8
	Perda de carga admitida	kgf/cm ²	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Pressão de regime	kgf/cm ²	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Consumo total corrigido	m ³ /h	23,8	16,4	16,4	47,5	47,5	0,7	9,8	9,8	9,8	23,8	47,5	0,7	16,4	16,4	16,4
	Diâmetro de referência (1)	mm	8,8	7,9	8,0	14,1	13,1	2,6	6,9	6,9	6,9	9,4	11,8	2,5	8,2	7,8	9,6
	Diâmetro de referência (2)	Polegadas	0,3	0,3	0,3	0,6	0,5	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,1	0,3	0,3	0,4
	DIÂMETRO NORMALIZADO		1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/4	1/2	1/2	1/2
Sing.	Item	Unidade															
	Joelho 90°	Unit	3,0	3,0	3,0	8,0	8,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	6,0	3,0	3,0	3,0	1,0
	Tê fluxo em linha	Unit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Tê fluxo pelo ramal	Unit	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Válvula de globo	Unit	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Final	Le (m)		3,5	3,5	3,5	12,5	12,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	8,1	3,5	3,5	3,5	1,8
	Item	Unidade															
	Comprimento total (Lr+Le)	m	5,4	5,7	5,8	18,0	16,4	6,4	6,3	6,3	6,4	6,1	10,4	6,1	6,1	5,5	7,6
	Perda de carga admitida	kgf/cm ²	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Pressão de regime	kgf/cm ²	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Consumo total corrigido	m ³ /h	23,8	16,4	16,4	47,5	47,5	0,7	9,8	9,8	9,8	23,8	47,5	0,7	16,4	16,4	16,4
	Diâmetro de referência (1)	mm	10,8	9,6	9,6	17,8	17,5	3,0	8,1	8,1	8,1	11,1	16,0	3,0	9,7	9,5	10,1
Final	Diâmetro de referência (2)	Polegadas	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,1	0,4	0,4	0,4
	DIÂMETRO NORMALIZADO		1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1/4	1/2	1/2	1/2

Fonte: Autores

Tabela 13: Linha de Alimentação Principal

	Item	Valor	Unidade
Linear Referência	Trecho reto (Lr)	68,8	m
	Perda de carga admitida	0,3	kgf/cm²
	Pressão de regime	7,0	kgf/cm²
	Consumo total corrigido	105,6	m³/h
	Diâmetro de referência (1)	31,3	mm
	Diâmetro de referência (2)	1 1/4	Polegadas
NORMALIZADO		1 1/4	

	Item	Le	Quantidade	Le Total
Singularidades	Joelho 90°	2,25	5	11,25
	Tê fluxo em linha	1,7	16	27,2
	Tê fluxo pelo ramal	3	3	9
	Válvula de globo	12,8	0	0
			Le	47,45
Diâmetro final	Comprimento total (Lr+Le)	116,25	m	
	Perda de carga admitida	0,3	kgf/cm²	
	Pressão de regime	7,0	kgf/cm²	
	Consumo total corrigido	105,6	m³/h	
	Diâmetro de referência (1)	34,8	mm	
	Diâmetro de referência (2)	1 3/8	Polegadas	
NORMALIZADO		1 1/2		

Fonte: Autores

5.6 LEVANTAMENTO DE CUSTOS

Com base nas informações calculadas de diâmetro de cada uma das linhas, comprimentos retos e singularidades foi elaborada a lista de materiais necessários para a implantação do sistema redimensionado, e em seguida foi pesquisado na internet o valor para compra dos materiais conforme pode-se observar nas tabelas 14 e 15.

Tabela 14: Orçamento Utilizando PPR PN20

PROJETO				AQUISIÇÃO				INSTALAÇÃO			TOTAL	
Item	Diametro	Diametro fornecedor	Valor Dimensionado	Unidade	Quant.	Preço		HH (min)	Custo HH			
Trecho reto	1 1/2	50 mm	68,8	3m	23	R\$	70,00	15	R\$	12,50	R\$	1.681,88
	1	32 mm	12,9	3m	5	R\$	33,50	15	R\$	12,50	R\$	183,13
	1/2	20 mm	39,5	3m	14	R\$	16,00	15	R\$	12,50	R\$	267,75
	3/4	25 mm	11,7	3m	4	R\$	20,00	15	R\$	12,50	R\$	92,50
Joelho	1 1/2	50 mm	5	1 unidade	5	R\$	11,50	10	R\$	12,50	R\$	67,92
	1	32 mm	3	1 unidade	3	R\$	3,00	10	R\$	12,50	R\$	15,25
	1/2	20 mm	43	1 unidade	43	R\$	1,40	10	R\$	12,50	R\$	149,78
	3/4	25 mm	22	1 unidade	22	R\$	1,50	10	R\$	12,50	R\$	78,83
Tê em linha	1 1/2	50 mm	16	1 unidade	16	R\$	13,00	15	R\$	12,50	R\$	258,00
	1	32 mm	3	1 unidade	3	R\$	4,25	15	R\$	12,50	R\$	22,13
	1/2	20 mm	1	1 unidade	1	R\$	1,85	15	R\$	12,50	R\$	4,98
	3/4	25 mm	0	1 unidade	0	R\$	2,25	15	R\$	12,50	R\$	-
	1/4	20 mm	0	1 unidade	0	R\$	1,85	15	R\$	12,50	R\$	-
Tê em ramal	1 1/2	50 mm	3	1 unidade	3	R\$	13,00	15	R\$	12,50	R\$	48,38
	1	32 mm	0	1 unidade	0	R\$	4,25	15	R\$	12,50	R\$	-
	1/2	20 mm	0	1 unidade	0	R\$	1,85	15	R\$	12,50	R\$	-
	3/4	25 mm	3	1 unidade	3	R\$	2,25	15	R\$	12,50	R\$	16,13
Válvula de esfera	1 1/2	50 mm	0	1 unidade	0	R\$	510,00	10	R\$	12,50	R\$	-
	1	32 mm	1	1 unidade	1	R\$	138,00	10	R\$	12,50	R\$	140,08
	1/2	20 mm	15	1 unidade	15	R\$	71,00	10	R\$	12,50	R\$	1.096,25
	3/4	25 mm	3	1 unidade	3	R\$	90,00	10	R\$	12,50	R\$	276,25
Reduções	1 1/2 x 1	50 x 32	1	1 unidade	1	R\$	10,50	10	R\$	12,50	R\$	12,58
	1 1/2 x 3/4	50 x 25	3	1 unidade	3	R\$	10,50	10	R\$	12,50	R\$	37,75
	1 1/2 x 1/2	50 x 20	15	1 unidade	15	R\$	10,50	10	R\$	12,50	R\$	188,75
Lubrífil	1	32 mm	1	1 unidade	1	R\$	212,00	10	R\$	12,50	R\$	214,08
	3/4	25 mm	3	1 unidade	3	R\$	212,00	10	R\$	12,50	R\$	642,25
	1/2	20 mm	10	1 unidade	10	R\$	212,00	10	R\$	12,50	R\$	2.140,83
Saída para engate rápido de ferramentas			10	1 unidade	10	R\$	25,00	10	R\$	12,50	R\$	270,83
Compressor			Compressor Schulz CSLV80BR								R\$	15.938,00
Máquina de termofusão			Topfusion 220v (20/63) 800w								R\$	966,00
TOTAL											R\$	24.810,30

Fonte: <http://tecnoarcompressores.com.br/>

Tabela 15: Orçamento Utilizando Linha Aço Galvanizado NBR-5580

PROJETO			AQUISIÇÃO			INSTALAÇÃO			TOTAL	
Item	Diâmetro	Valor Dimensionado	Unidade	Quant.	Preço	HH (min)	Custo HH			
Trecho reto	1 1/2	68,8	6m	12	R\$ 196,00	30	R\$ 12,50		R\$	2.427,00
	1	12,9	6m	3	R\$ 128,25	30	R\$ 12,50		R\$	403,50
	1/2	39,5	6m	7	R\$ 66,75	30	R\$ 12,50		R\$	511,00
	3/4	11,7	6m	2	R\$ 86,50	30	R\$ 12,50		R\$	185,50
Joelho	1 1/2	5	1 unidade	5	R\$ 28,00	20	R\$ 12,50		R\$	160,83
	1	3	1 unidade	3	R\$ 12,50	20	R\$ 12,50		R\$	50,00
	1/2	43	1 unidade	43	R\$ 5,45	20	R\$ 12,50		R\$	413,52
	3/4	22	1 unidade	22	R\$ 8,75	20	R\$ 12,50		R\$	284,17
Tê em linha	1 1/2	16	1 unidade	16	R\$ 35,00	30	R\$ 12,50		R\$	660,00
	1	3	1 unidade	3	R\$ 18,00	30	R\$ 12,50		R\$	72,75
	1/2	1	1 unidade	1	R\$ 7,65	30	R\$ 12,50		R\$	13,90
	3/4	0	1 unidade	0	R\$ 11,00	30	R\$ 12,50		R\$	-
	1/4	0	1 unidade	0	R\$ 7,65	30	R\$ 12,50		R\$	-
Tê em ramal	1 1/2	3	1 unidade	3	R\$ 35,00	30	R\$ 12,50		R\$	123,75
	1	0	1 unidade	0	R\$ 18,00	30	R\$ 12,50		R\$	-
	1/2	0	1 unidade	0	R\$ 7,65	30	R\$ 12,50		R\$	-
	3/4	3	1 unidade	3	R\$ 11,00	30	R\$ 12,50		R\$	51,75
Válvula de esfera	1 1/2	0	1 unidade	0	R\$ 510,00	20	R\$ 12,50		R\$	-
	1	1	1 unidade	1	R\$ 138,00	20	R\$ 12,50		R\$	142,17
	1/2	15	1 unidade	15	R\$ 71,00	20	R\$ 12,50		R\$	1.127,50
	3/4	3	1 unidade	3	R\$ 90,00	20	R\$ 12,50		R\$	282,50
Reduções	1 1/2 x 1	1	1 unidade	1	R\$ 23,00	20	R\$ 12,50		R\$	27,17
	1 1/2 x 3/4	1	1 unidade	1	R\$ 23,00	20	R\$ 12,50		R\$	27,17
	1 1/2 x 1/2	17	1 unidade	17	R\$ 23,00	20	R\$ 12,50		R\$	461,83
Lubrifil	1	1	1 unidade	1	R\$ 212,00	20	R\$ 12,50		R\$	216,17
	3/4	3	1 unidade	3	R\$ 212,00	20	R\$ 12,50		R\$	648,50
	1/2	10	1 unidade	10	R\$ 212,00	20	R\$ 12,50		R\$	2.161,67
Saída para engate rápido de ferramentas			1 unidade	10	R\$ 25,00	20	R\$ 12,50		R\$	291,67
Compressor			Compressor Schulz CSLV80BR						R\$	15.938,00
TOTAL									R\$ 26.682,00	

Fonte: <http://tecnoarcompressores.com.br/> e <http://www.dominik.com.br/TUBO/CONDUCAO/GALVANIZADO4>

6 CONCLUSÃO

Este trabalho se propôs a redimensionar o sistema pneumático da empresa ALUVIL. Após cumprir todos os passos especificados na metodologia e analisar os dados finais foi concluído que:

- Faz-se necessário redimensionar totalmente o sistema não sendo possível aproveitar nenhum elemento do atual sistema.
- O compressor atual não atende a necessidade da empresa sendo necessário a aquisição de um novo compressor, tendo sido sugerido o modelo Schulz CSLV80BR que apresentou o melhor custo-benefício no momento da pesquisa.
- Após a elaboração da planta em software 3D e da criação da tabela dinâmica para cálculo dos diâmetros normalizados, estabeleceu-se o diâmetro ideal para a linha principal e as linhas secundárias sendo esse diâmetro utilizado para a elaboração dos orçamentos.
- Os orçamentos apresentados consideram a utilização de 2 diferentes materiais, e o material escolhido foi o PPR industrial pois é o que apresenta menor custo.
- Baseando-se no cálculo de perdas devido a ineficiência do sistema, estima-se que caso a empresa opte por implantar o sistema de acordo com as atuais especificações ela consiga recuperar o investimento feito em até 6 meses de operação otimizada pelo novo sistema.

REFERÊNCIAS

<https://www.silvent.com/pt-br/como-podemos-ajuda-lo/eficiencia/ar-comprimido/>

<https://pip.org/>

PAZ, Jeferson Hentz. Dimensionamento de um sistema pneumático para uma máquina produtora de blocos de concreto, Horizontina, 2012.

METALPLAN, Manual de Ar Comprimido, 2ª ed. São Paulo, 2008

BOSCH, Tecnologia de ar comprimido, São Paulo, 2008.

BORTOLIN, Eduardo. Dimensionamento de um sistema de ar comprimido para uma empresa de pequeno porte, Horizontina, 2014.

METALPLAN, Manual de Ar Comprimido, 4ª ed. São Paulo, 2010

SILVA, Emílio Carlos Nelli. PMR 2481 - SISTEMAS FLUIDOMECÂNICOS, São Paulo, 2002.


PARKER HANNIFIN, Tecnologia Pneumática Industrial, São Paulo, 2006.


PARKER HANNIFIN, Tecnologia Pneumática Industrial, São Paulo, 2007.


PARKER HANNIFIN, Tecnologia Pneumática Industrial, São Paulo, 2009.

FIALHO, Arivelto. Automação pneumática: projetos, dimensionamento e análise de circuitos, 2004


ANEXO A: TABELA DE PERDAS DE CARGA (FIALHO, 2004)


Conexões	Diâmetro nominal (in)									
	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2			
	ROSQ.	1.1	1.34	1.58	2	2.25	2.6	2.8		
 90º Cotovelo comum	FLAN.	0.30	0.37	0.50	0.62	0.73	0.95	1.1		
	Diâmetro nominal (in)									
		3	3.1/2	4	5	6	8	10		
		ROSQ.	3.4	3.7	4.0	-	-	-	-	
		FLAN.	1.3	1.55	1.8	2.2	2.7	3.7	4.3	


Conexão	Diâmetro nominal (in)										
	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2				
	ROSQ.	0.67	0.70	0.83	0.98	1.0	1.1	1.1			
 Curva 90º raio longo	FLAN.	0.33	0.40	0.49	0.61	0.70	0.83	0.88			
	Diâmetro nominal (in)										
	3	3.1/2	4	5	6	8	10				
	ROSQ.	1.2	1.3	1.4	-	-	-	-			
	FLAN.	1.0	1.15	1.3	1.5	1.7	2.1	2.4			


Conexão	Diâmetro nominal (in)										
	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2				
	ROSQ.	0.21	0.28	0.39	0.52	0.64	0.83	0.97			
 Curva 45º	FLAN.	0.14	0.18	0.25	0.34	0.40	0.52	0.61			
	Diâmetro nominal (in)										
		3	3.1/2	4	5	6	8	10			
		ROSQ.	1.2	1.45	1.7	-	-	-			
		FLAN.	0.8	0.95	1.1	1.4	1.7	2.3	2.7		

Conexão	Diâmetro nominal (in)									
	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2			
	ROSQ.	1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.8		
 Curva 180º raio longo	FLAN.	0.34	0.40	0.49	0.61	0.70	0.83	0.88		
	Diâmetro nominal (in)									
	3	3.1/2	4	5	6	8	10			
	ROSQ.	3.4	3.7	4.0	-	-	-	-		
	FLAN.	1.00	1.15	1.3	1.5	1.7	2.1	2.4		

Conexão	Diâmetro nominal (in)							
	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2	
	ROSQ.	0,52	0,73	0,99	1,4	1,7	2,3	2,8
 Tê fluxo em linha	FLAN.	0,21	0,25	0,30	0,4	0,45	0,55	0,58
	Diâmetro nominal (in)							
	3	3.1/2	4	5	6	8	10	
	ROSQ.	3,7	4,45	5,2	-	-	-	-
	FLAN.	0,67	0,74	0,85	1,0	1,2	1,4	1,6

Conexão	Diâmetro nominal (in)									
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2			
	ROSQ.	1,3	1,6	2,0	2,7	3,0	3,7	3,9		
 Tê fluxo pelo ramal	FLAN.	0,61	0,80	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3		
	Diâmetro nominal (in)									
	3	3 1/2	4	5	6	8	10			
	ROSQ.	5,2	5,8	6,4	-	-	-	-		
	FLAN.	2,9	3,3	3,7	4,6	5,5	7,3	9,1		

Conexão	Diâmetro nominal (in)									
	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2			
	ROSQ.	0.17	0.20	0.25	0.34	0.37	0.46	0.52		
 Válvula globo	FLAN.	-	-	-	-	-	0.80	0.83		
	Diâmetro nominal (in)									
	3	3.1/2	4	5	6	8	10			
	ROSQ.	0.58	0.67	0.76	-	-	-	-		
	FLAN.	0.85	0.86	0.88	0.95	0.98	0.98	0.98		

Conexão	Diâmetro nominal (in)									
	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2			
	ROSQ.	6,7	7,3	8,8	11,3	12,8	16,5	18,9		
 Válvula globo	FLAN.	11,6	12,2	13,7	16,5	18,0	21,4	23,5		
	Diâmetro nominal (in)									
	3	3.1/2	4	5	6	8	10			
	ROSQ.	24,0	27,25	33,5	-	-	-	-		
	FLAN.	28,7	32,65	36,6	45,7	47,9	49,3	94,5		

ANEXO B: AUTORIZAÇÃO ALUVIL**Autorização**

A empresa Tessarolo & Costa LTDA, representada neste instrumento pelo seu funcionário Jhoni Gomes Barcelos, autoriza a publicação do trabalho intitulado "Redimensionamento do Sistema Pneumático da ALUVIL", apresentado em projeto de conclusão de curso de Bacharel em Engenharia Mecânica das FAACZ – Faculdades Integradas de Aracruz, dos alunos Jhoni Gomes Barcelos, Mateus Franchiotti Del Caro, Tiago David de Lima Alonso e Tiemy Capucho Okamoto. A empresa confirma, ainda, ter conhecimento do conteúdo do trabalho e está ciente que a publicação poderá ser realizada em qualquer meio acadêmico, científico ou impressa.

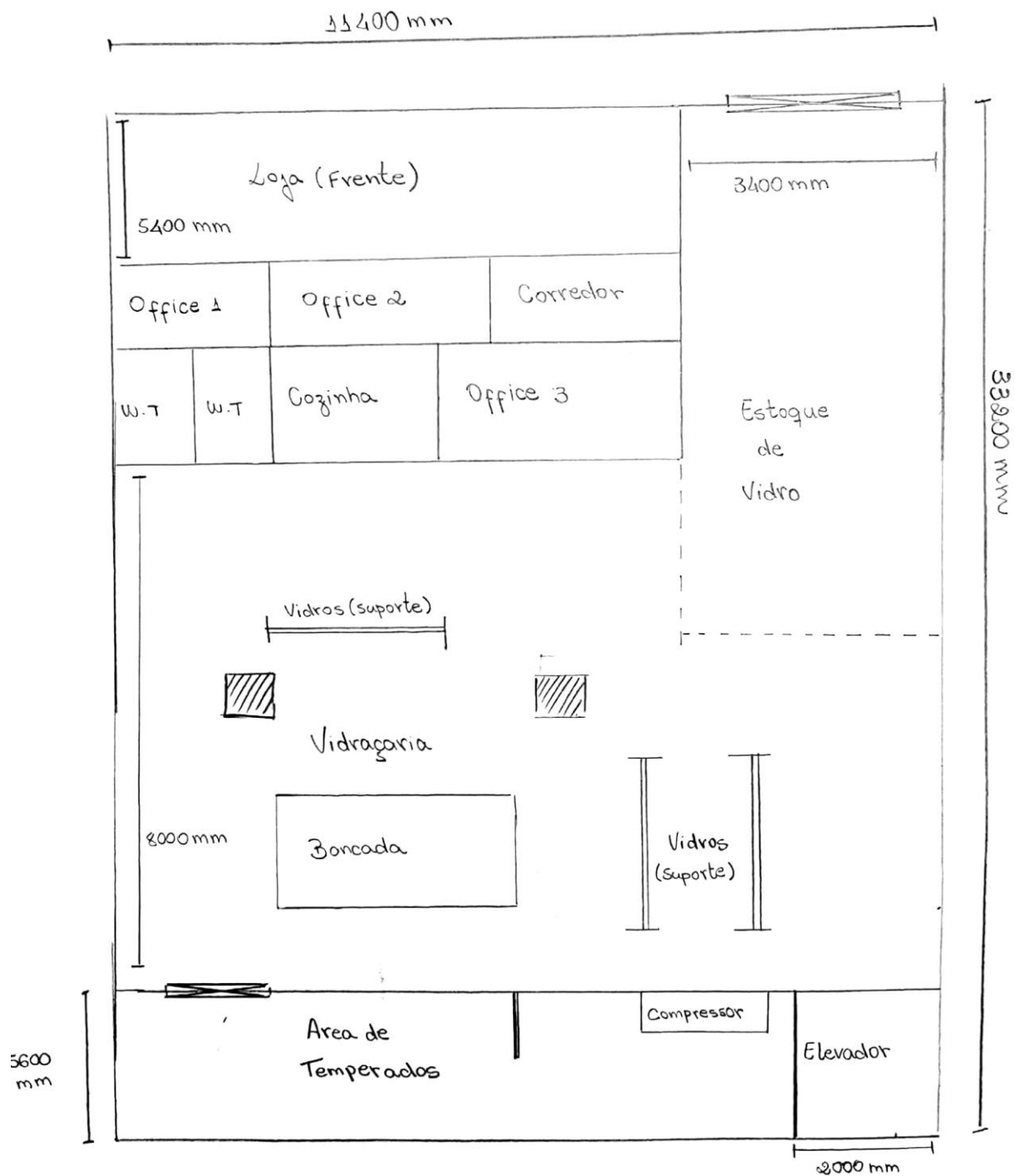


Arilda Maria Tessarolo Costa
Sócio Gerente
Tessarolo e Costa Ltda.
Tessarolo & Costa LTDA
CNPJ: 27.736.511/0001-22
Av. Venâncio Flores, nº 2294, Vila Nova, Aracruz – ES
CEP: 29.194 - 584
(27) 3256 – 1718 – contato@aluvil.com.br

ANEXO C-01: PLANTA DO ESPAÇO FÍSICO FEITA A MÃO

PLANTA BAIXA (Oficina Aluvil)

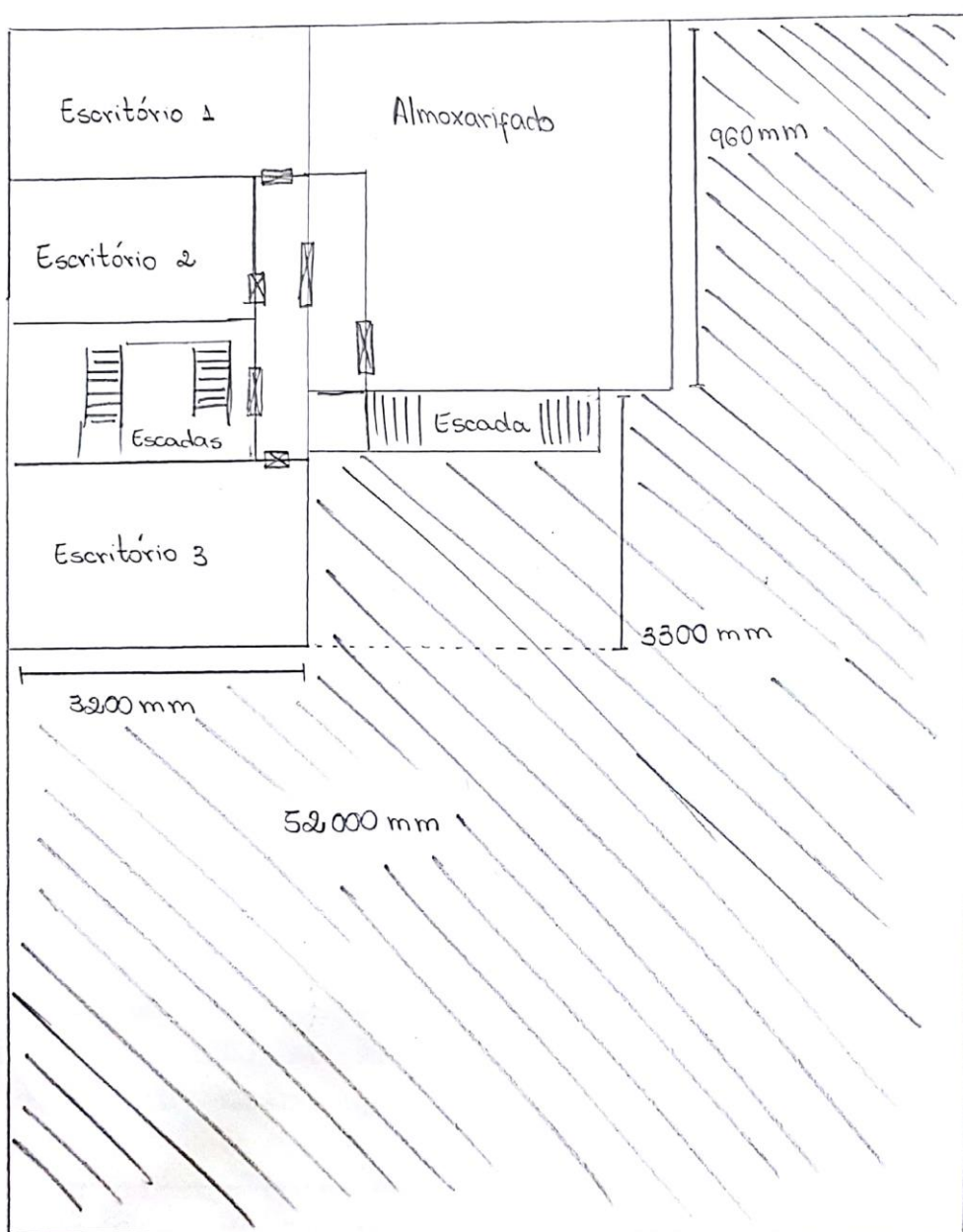
①



ANEXO C-02: PLANTA DO ESPAÇO FÍSICO FEITA A MÃO

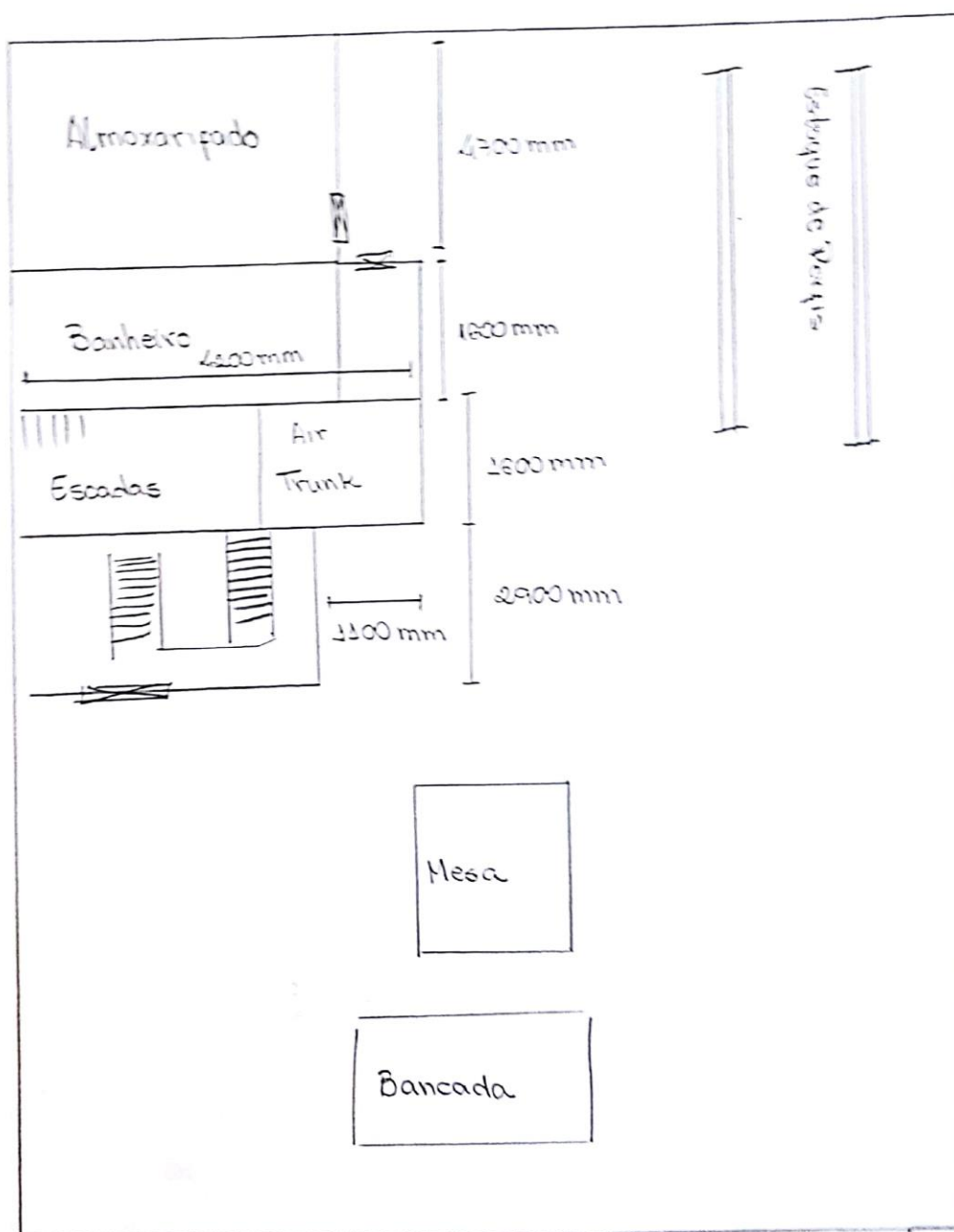
2

PLANTA 2800 mm



ANEXO C-03: PLANTA DO ESPAÇO FÍSICO FEITA A MÃO

PLANTA 5200 mm

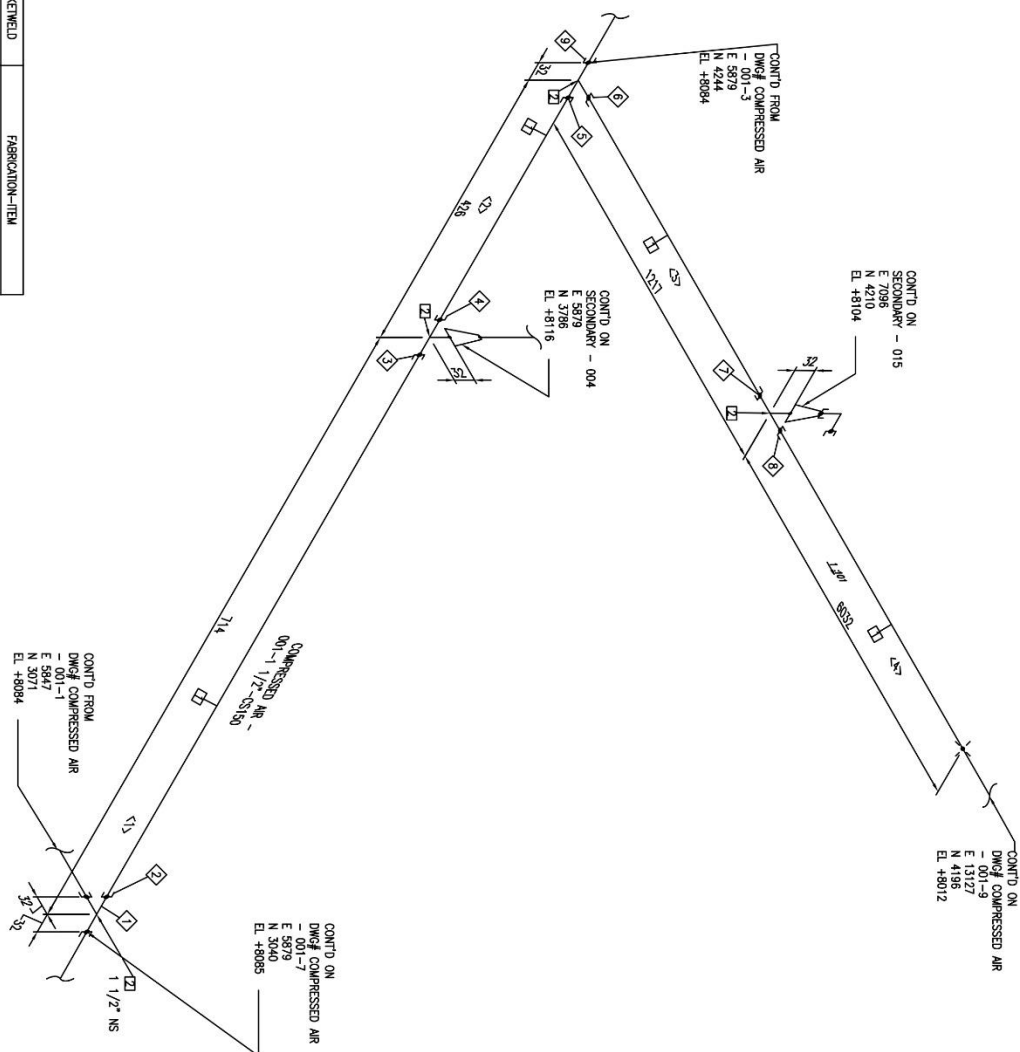


ID	NO	TYPE	CATEGORY
8	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
4	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
1	1 1/2"	WAPWELD	FABRICATION-ITEM

					SERVICE	PA
					PIPE SPEC	
					MAX PRESSURE	
					MAX TEMPERATURE	
					PAID DWG	
					INSULATION SPEC	
REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK
		08/25/18				

PROJECT NAME:	Aluvil LTDA									
TITLE:	Compressed Air Piping Design									
DRAWING NUMBER:	Compressed Air - 001-1									
LINE NO.	Compressed Air - 001		ASME	UNIT	TYPE					
JOB NUMBER:	18-001		SCALE	SHEET:	1	OF	9	REV.	0	

BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION
PIPE				
1	0.1M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, FE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	7.9M	1 1/2"		PIPE, SEAMLESS, FE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
FITTINGS				
3	2	1 1/2"	3000	EL. 90, 3000 LB, SM, ASME B16.11, ASTM A105
4	1	1/2"x3/4"		PH METRIC REDUCER CONC.
5	1	1 1/2"	3000	TEE, 3000 LB, SM, ASME B16.11, ASTM A105
VALVES				
6	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE
CUT PIECE LIST				
ID	LENGTH	NO	END1	END2
1	57MM	1/2"	SCREDED	BEVEL
2	160MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
3	2035MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
4	537MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
5	291MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT

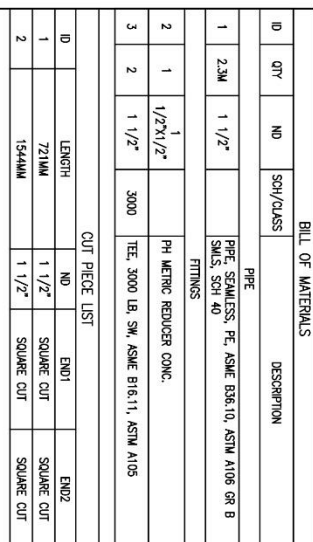


ID	NO	TYPE	CATEGORY
9	1 1/2"	SOCKETMELD	FABRICATION-ITEM
8	1 1/2"	SOCKETMELD	FABRICATION-ITEM
7	1 1/2"	SOCKETMELD	FABRICATION-ITEM
6	1 1/2"	SOCKETMELD	FABRICATION-ITEM
5	1 1/2"	SOCKETMELD	FABRICATION-ITEM
4	1 1/2"	SOCKETMELD	FABRICATION-ITEM
3	1 1/2"	SOCKETMELD	FABRICATION-ITEM
2	1 1/2"	SOCKETMELD	FABRICATION-ITEM
1	1 1/2"	SOCKETMELD	FABRICATION-ITEM

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	SERVICE	PA
						PIPE SPEC	
						MAX PRESSURE	
						MAX TEMPERATURE	
						PAID DWG	
		08/25/18				INSULATION SPEC	
						INSULATION THK	

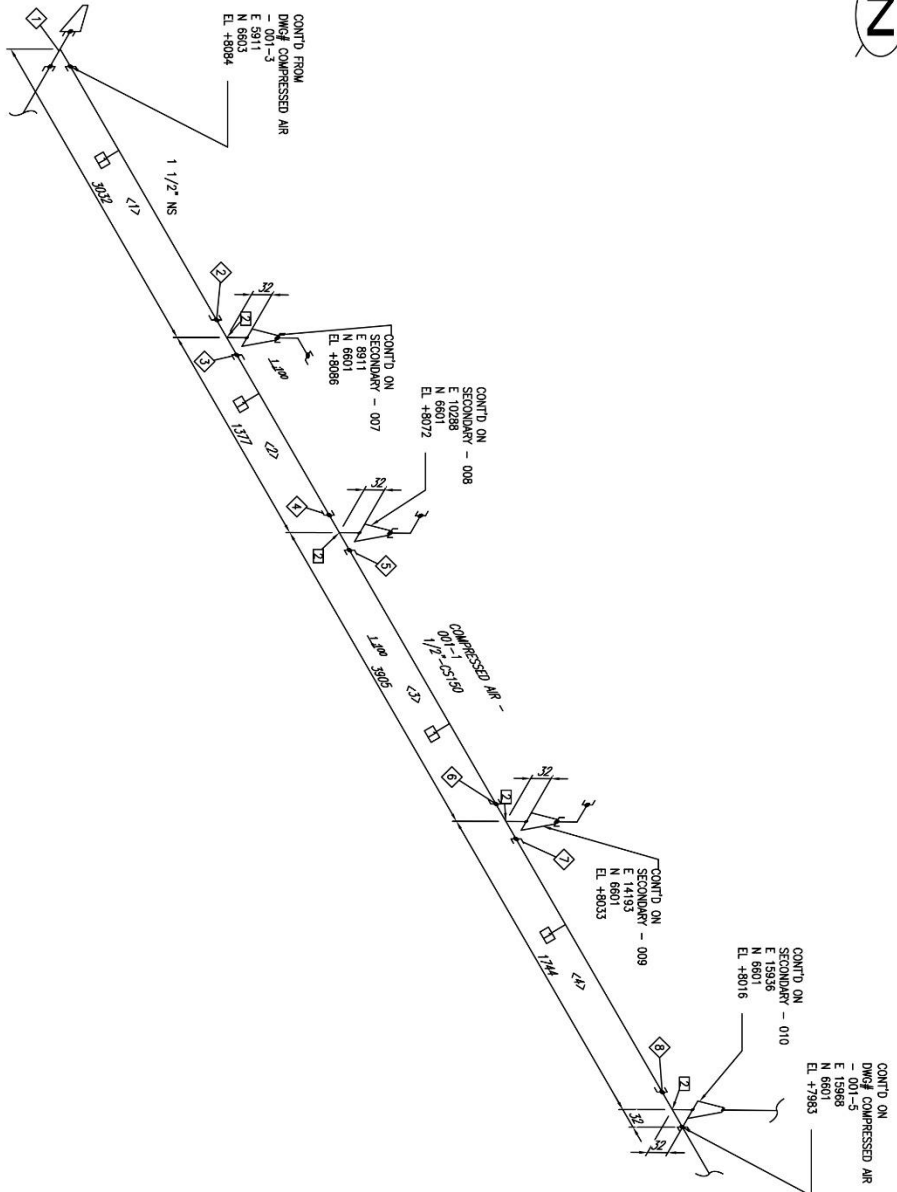
PROJECT NAME				Aluvil LTDA			
TITLE				Compressed Air Piping Design			
DRAWING NUMBER				Compressed Air - 001-2			
DATE NO.		REV#		DATE		TYPE	
Compressed Air - 001		SCALE		SHEET		REV.	
JOB NUMBER		N.T.S.		2 OF 9		0	

BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	8.2M	1 1/2"		PIPE, SEAMLESS, FC, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	4	1 1/2"	3000	TEE, 3000 LB. SM, ASME B16.11, ASTM A105	
CUT PIECE LIST					
ID		LENGTH	NO	ENO1	ENO2
1		651MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
2		363MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
3		1154MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
4		6000MM	1 1/2"	SQUARE CUT	BEVEL



PROJECT NAME:										Aluvil LTDA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
TITLE:										Compressed Air Piping Design																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
DRAWING NUMBER:										Compressed Air - 001-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
LINE NO:		Compressed Air - 001				AMT:		UNIT:		TYPE:		REV:		JOB NUMBER:		18-001				SCALE:		N.T.S.		3		OF		9		REV:		0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
REV.										DESCRIPTION										DATE										DRAWN										CHKD										APPD										INSULATION THK										INSULATION SPEC										P&ID DWG										MAX TEMPERATURE										PIPE SPEC										SERVICE										PA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ID										NO										TYPE										CATEGORY										WELD LIST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
5										1 1/2"										SOCKETWELD										FABRICATION-ITEM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

C:\Users\Particular\Desktop\Projeto\Aluvil LTDA\Isometric\Final_A2\ProdIsos\Drawings\Compressed Air - 001-4.dwg



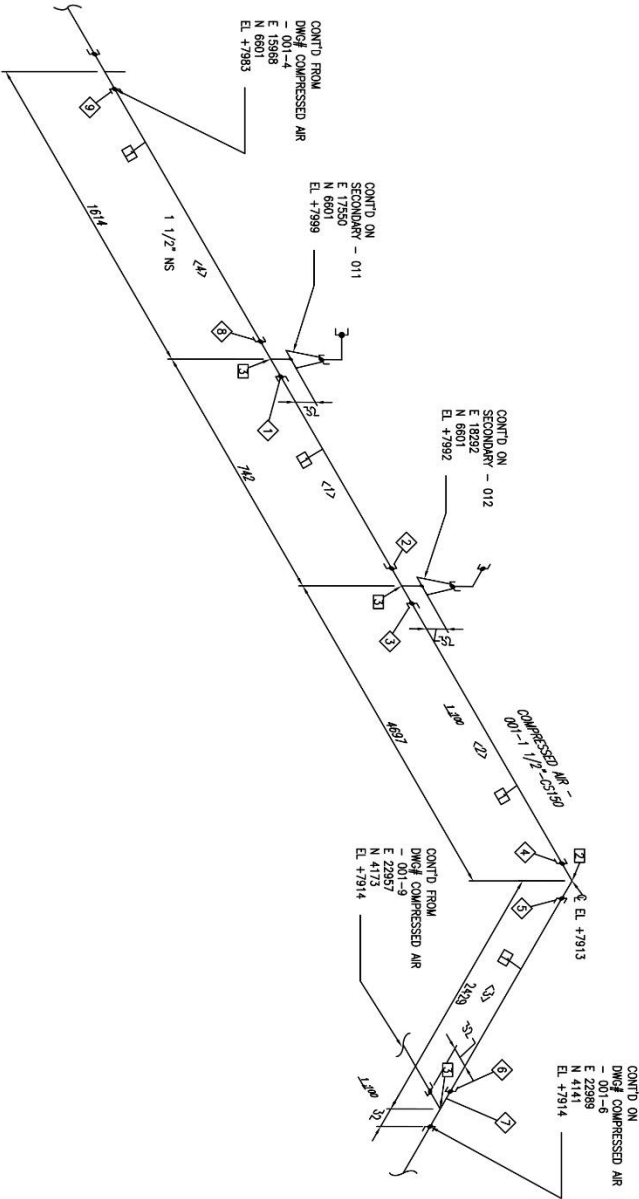
ID	NO	TYPE	CATEGORY
1	1 / 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	1 / 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	1 / 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
4	1 / 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	1 / 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1 / 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1 / 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
8	1 / 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM

					SERVICE	PA
					PIPE SPEC	
					MAX PRESSURE	
					MAX TEMPERATURE	
					P&ID DWG	
					INSULATION SPEC	
REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APRD	INSULATION THK
		08/25/18				

PROJECT NAME:				
Aluvil LTDA				
TITLE:				
Compressed Air Piping Design				
DRAWING NUMBERS				
Compressed Air - 001-4				
LINE NO.	COMPRESSED AIR - 001	AREA	UNIT:	TYPE
JOB NUMBERS	18-001	SOLD	SHEET: 4 OF 9	REV: 0
		N.T.S.		

BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	ND	SCH/CLASS	DESCRIPTION
PIPE				
1	9.9M	1 1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40 FITTINGS
2	4	1 1/2"	3000	TEE, 3000 LB, 9M, ASME B16.11, ASTM A105
CUT PIECE LIST				
ID	LENGTH	ND	END1	END2
1	2866MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
2	1314MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
3	3842MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
4	1681MM	1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT

ANEXO E-05: LINHA PRINCIPAL – PLANTA 005



9	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
8	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
4	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
1	1 1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK
		08/25/18				

SERVICE	PA
PIPE SPEC	
MAX PRESSURE	
MAX TEMPERATURE	
P&ID DWG	
INSULATION SPEC	

PROJECT NAME:	Aluvi LTDA			
TITLE:	Compressed Air Piping Design			
DRAWING NUMBER:	Compressed Air - 001-5			
LINE NO:	Compressed Air - 001	SCALE:	N.T.S.	SHEET:
JOB NUMBER:	18-001	DATE:	5	REV:

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	NO	DESCRIPTION
PIPE			
1	9.3M	1 1/2"	PIPE SEAMLESS FE. ASME B36.10, ASTM A106 GR B
FITTINGS			
2	1	1 1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	3	1 1/2"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105

CUT PIECE LIST			
ID	LENGTH	NO	END1
1	679MM	1 1/2"	SQUARE CUT
2	463MM	1 1/2"	SQUARE CUT
3	2366MM	1 1/2"	SQUARE CUT
4	1551MM	1 1/2"	SQUARE CUT

BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SCV/CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	6.1M	1 1/2"		PIPE, SEAMLESS, FE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	1	1 1/2"	3000	EL. 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
3	1	1 1/2"	3000	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
CUT PIECE LIST					
ID	LENGTH		NO	ENOT	ENI2
1	3665MM		1 1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
2	2193MM		1 1/2"	BEVEL	SQUARE CUT

PROJECT NAME									
Aluvil LTDA									
TITLE									
Compressed Air Piping Design									
DRAWING NUMBER									
Compressed Air - 001-B									
LINE NO.		MATERIAL		UNIT		TYPE			
Compressed Air - 001									
JOB NUMBER		SCALE		SHEET		NO.			
18-001		N.T.S.		8 of 9		0			

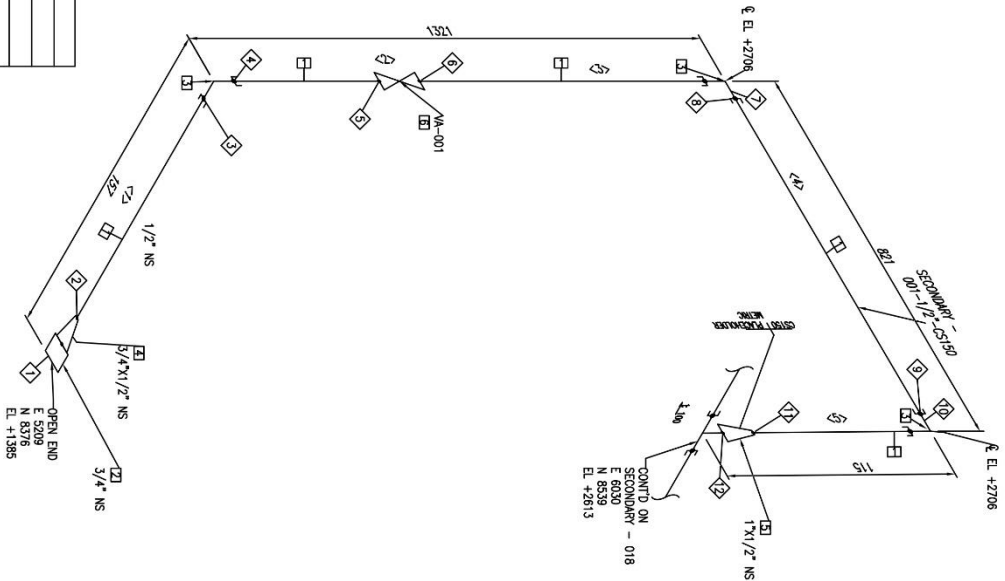
PROJECT NAME:									
Aluvil LTDA									
TITLE									
Compressed Air Piping Design									
DRAWING NUMBER:									
Compressed Air - 001-9									
LINE NO:		MGR.		UNIT		TYPE			
Compressed Air - 001									
JOB NUMBER:		SCALE		SHEET:		REV.			
18-001		N.T.S.		9 of 9		0			

BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	NO	SKY/CLASS	DESCRIPTION
PIPE				
1	9.8M	1 1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 OR B SCH 40
FITTINGS				
2	2	1 1/2"	3000	TEE, 3000 LB, SM, ASME B16.11, ASTM A105
CUT PIECE LIST				
ID		LENGTH	NO	END1 END2
1		339.8MM	1 1/2"	SQUARE CUT SQUARE CUT
2		541.1MM	1 1/2"	SQUARE CUT SQUARE CUT
3		89.9MM	1 1/2"	BEVEL SQUARE CUT

Aluvil LTDA									
PROJECT NAME									
TITLE									
Compressed Air Piping Design									
DRAWING NUMBER									
Compressed Air - 001-9									
DATE NO.									
Compressed Air - 001									
JOB NUMBER									
18-001									
SCALE									
N.T.S.									
SHEET									
9 of 9									
NO.									
0									

ANEXO E-10: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 001

Z



12	1"	WELD	FABRICATION-ITEM
11	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
10	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
9	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
8	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
5	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
4	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
1	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK
		09/01/18				

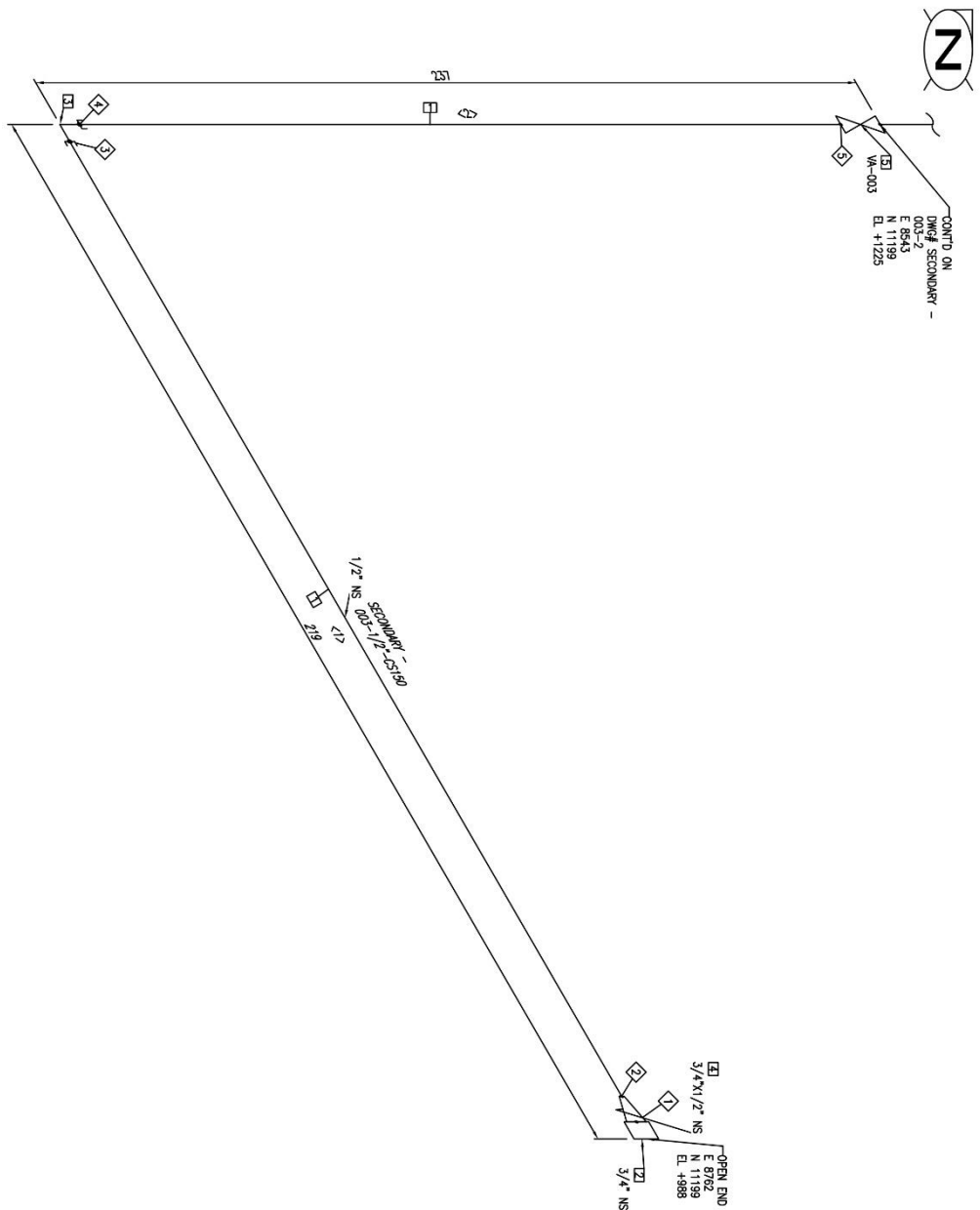
PROJECT NAME			
Aluvil LTDA			
TITLE			
Compressed Air Piping Design			
DRAWING NUMBER			
Secondary - 001			
JOB NUMBER			
18-001			

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	NO	SOV/CLASS
DESCRIPTION			
PIPE			
1	2.1M	1/2"	PIPE SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B
FITTERS			
2	1	3/4"	CP IMPERIAL COUPLING (BOX)
3	3	1/2"	EL. 90, 3000 LB, SM, ASME B16.11, ASTM A105
4	1	3/4"x1/2"	PH METRIC REDUCER CONC.
5	1	1"x1/2"	PH METRIC REDUCER CONC.
VALVES			
6	1	1/2"	CP IMPERIAL VALVE

CUT PIECE LIST			
ID	LENGTH	NO	END2
1	68MM	1/2"	UNIVERSAL ET SQUARE CUT
2	98MM	1/2"	SQUARE CUT PL
3	108MM	1/2"	PL SQUARE CUT
4	790MM	1/2"	SQUARE CUT SQUARE CUT
5	29MM	1/2"	SQUARE CUT UNIVERSAL ET

[illegible]

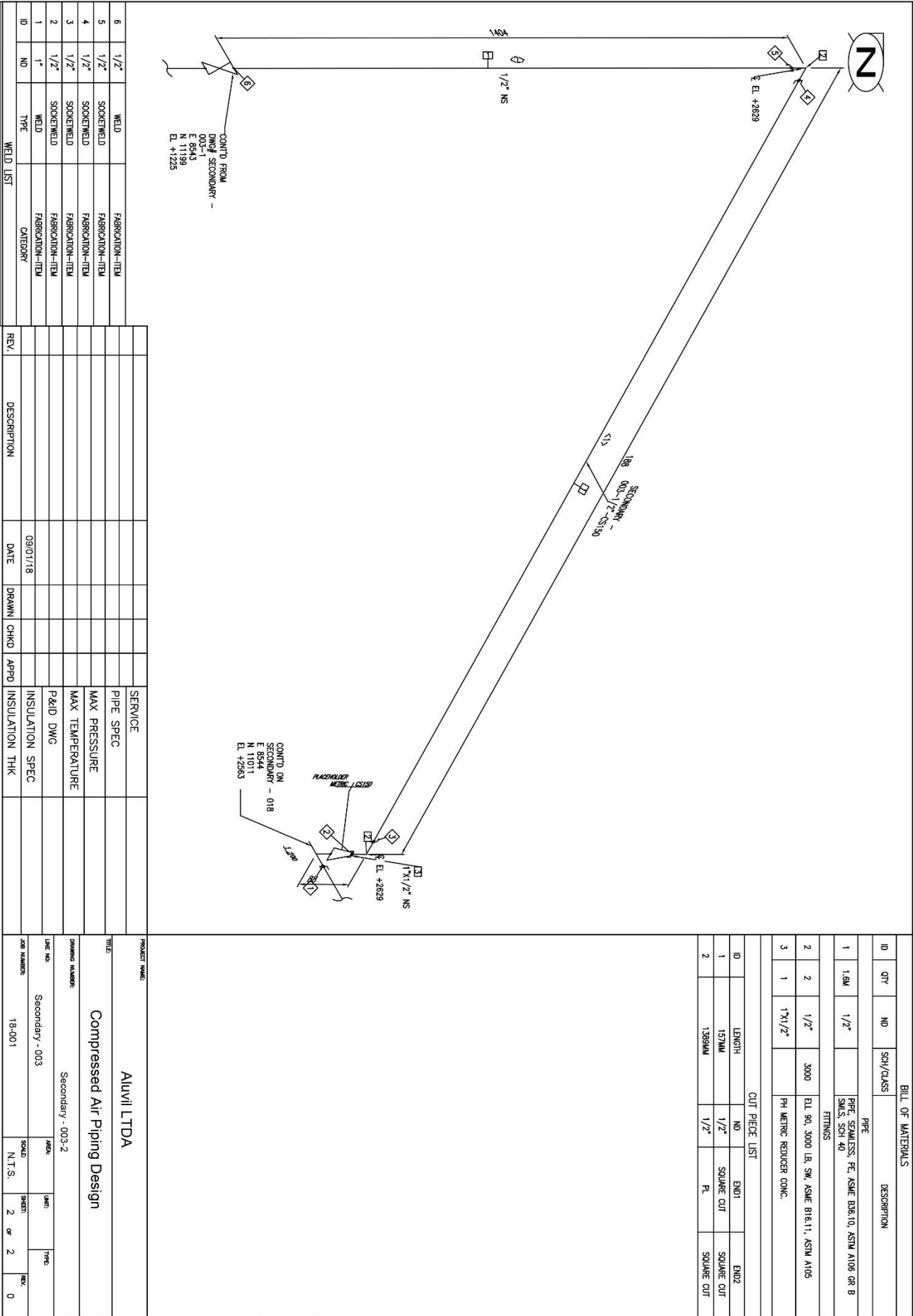
ANEXO E-12: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 003



PROJECT NAME									
Aluvil LTDA									
TITLE									
Compressed Air Piping Design									
DRAWING NUMBER									
Secondary - 003-1									
LINE NO.		NAME		UNIT		TYPE			
Secondary - 003									
JOB NUMBER		SCALE		SHEET		OF		REV.	
18-001		N.T.S.		1		OF 2		0	

BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION
PIPE				
1	0.3M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
FITTINGS				
2	1	3/4"		CP IMPERIAL COUPLING (BOX)
3	1	1/2"	3000	ELL 90, 3000 LB, SM, ASME B16.11, ASTM A105
4	1	3/4"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.
VALVES				
5	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE
CUT PIECE LIST				
ID	LENGTH	NO	END1	END2
1	72MM	1/2"	UNIVERSAL ET	SQUARE CUT
2	116MM	1/2"	SQUARE CUT	PL

ANEXO E-13: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 004



12	1 1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
11	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
10	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
9	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
8	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
5	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
4	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
1	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
ID	NO	TYPE	CATEGORY
WELD LIST			

					SERVICE	
					PIPE SPEC	
					MAX PRESSURE	
					MAX TEMPERATURE	
					PAID DWG	
					INSULATION SPEC	
REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK
		08/25/18				

BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	NO	SCN/CLASS	DESCRIPTION
PIPE				
1	1.9M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 OR B SMLS, SCH 40
FITTINGS				
2	1	3/4"		OP IMPERIAL COUPLING (BOX)
3	3	1/2"	3000	ELB 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	1	3/4"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.
5	1	1/2"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.
VALVES				
6	1	1/2"		OP IMPERIAL VALVE
CUT PIECE LIST				
ID	LENGTH	NO	END1	END2
1	49MM	1/2"	UNIVERSAL_ET	SQUARE CUT
2	104MM	1/2"	SQUARE CUT	PL
3	1639MM	1/2"	PL	SQUARE CUT
4	49MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
5	30MM	1/2"	SQUARE CUT	UNIVERSAL_ET

PROJECT NAME:				
Aluvil LTDA				
TITLE:				
Compressed Air Piping Design				
DRAWING NUMBER:				
Secondary - 004				
LINE NO	Secondary - 004	AREA	UNIT	TYPE
QOS NUMBER	18-001	SCALE:	SHEET:	REV:
		N.T.S.	1 OF 1	0

12	1 1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
11	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
10	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
9	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
8	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
5	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
4	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
1	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
ID	NO	TYPE	CATEGORY
WELD LIST			

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK
						SERVICE
						PIPE SPEC
						MAX PRESSURE
						MAX TEMPERATURE
						PAID DWG
		08/25/18				INSULATION SPEC

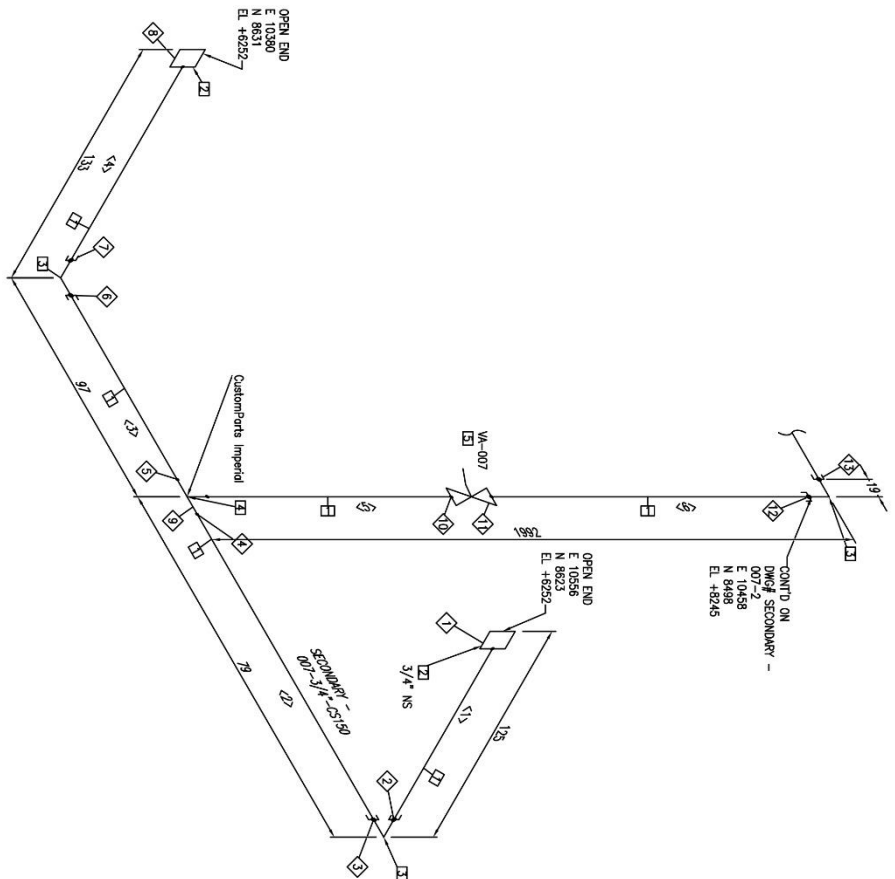
BILL OF MATERIALS						
ID	QTY	NO	SPC/CLASS	DESCRIPTION		
PIPE						
1	22M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40		
FITTINGS						
2	1	3/4"		CP IMPERIAL COUPLING (BOX)		
3	3	1/2"	3000	ELB 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105		
4	1	3/4"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.		
5	1	1/2"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.		
VALVES						
6	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE		
CUT PIECE LIST						
ID		LENGTH	NO	END1	END2	
1		135MM	1/2"	UNIVERSAL_ET	SQUARE CUT	
2		121MM	1/2"	SQUARE CUT	PL	
3		1772MM	1/2"	PL	SQUARE CUT	
4		69MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT	
5		35MM	1/2"	SQUARE CUT	UNIVERSAL_ET	
DRAWING NUMBER: Secondary - 005						
JOB NUMBER: 18-001						
TITLE: Compressed Air Piping Design						
PROJECT NAME: Aluvil LTDA						
DRAWING NUMBER: Secondary - 005						
JOB NUMBER: 18-001						
TITLE: Compressed Air Piping Design						
PROJECT NAME: Aluvil LTDA						

[illegible][illegible]

BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SCH./CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	0.1M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B3B.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	1	3/4"		CP IMPERIAL COUPLING (90X)	
3	1	1/2"	3000	EL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
4	1	3/4"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.	
VALVES					
5	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE	
CUT PIECE LIST					
ID	LENGTH		NO	END1	END2
1	S6MM		1/2"	SQUARE CUT	PL

BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION
PIPE				
1	2.2M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, FE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
FITTINGS				
2	2	1/2"	3000	EL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
CUT PIECE LIST				
ID		LENGTH	NO	END1
1		104MM	1/2"	SQUARE CUT
2		71MM	1/2"	SQUARE CUT
3		193MM	1/2"	SQUARE CUT

ANEXO E-18: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 008/1

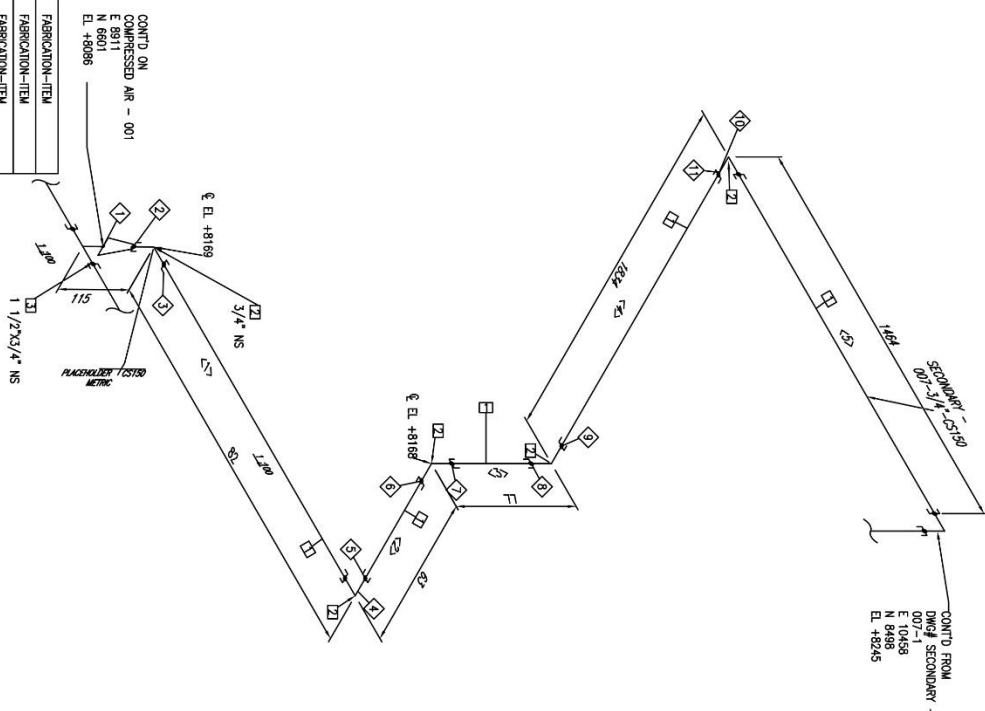


ID	NO	TYPE	CATEGORY
13	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
12	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
11	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
10	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
9	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
8	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
7	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
4	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
3	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
1	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHECK	APPD	SERVICE
						PIPE SPEC
						MAX PRESSURE
						MAX TEMPERATURE
						P&ID DWG
						INSULATION SPEC
		08/25/18				INSULATION THK

PROJECT NAME:		Aluvil LTDA			
TITLE:		Compressed Air Piping Design			
DRAWING NUMBER:		Secondary - 007-1			
LINE NO.	Secondary - 007	AREA:	USER:	TYPE:	
JOB NUMBER:	18-001	SCALE:	SHEET:		
		N.T.S.	1	OF 2	REV: 0

BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	2.1M	3/4"		PIPE SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	2	3/4"		OP IMPERIAL COUPLING (BOX)	
3	3	3/4"	3000	EL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
4	1	3/4"		OP IMPERIAL TEE	
VALVES					
5	1	3/4"		OP IMPERIAL VALVE	
CUT PIECE LIST					
ID		LENGTH	NO	END1	END2
1		69MM	3/4"	UNIVERSAL ET	SQUARE CUT
2		32MM	3/4"	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET
3		50MM	3/4"	UNIVERSAL ET	SQUARE CUT
4		76MM	3/4"	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET
5		182MM	3/4"	UNIVERSAL ET	PL
6		1631MM	3/4"	PL	SQUARE CUT



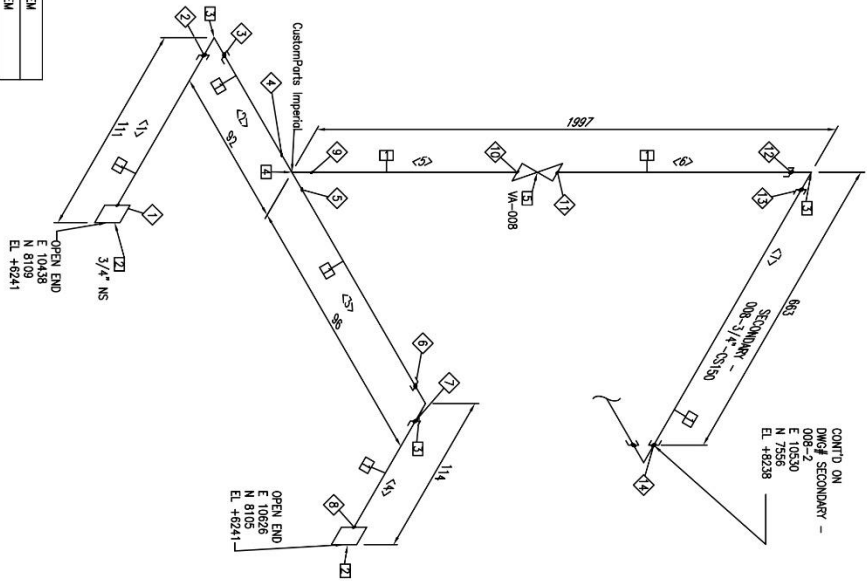
BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	3.4M	3/4"		PIPE, SEAMLESS, FE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	5	3/4"	3000	EL. 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
3	1	1/2"x3/4"		PI. METRIC REDUCER CONC.	
CUT PIECE LIST					
ID		LENGTH	NO	END1	END2
1		45MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
2		25MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
3		39MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
4		179MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
5		1445MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT

11	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
10	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
9	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
8	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
4	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
1	1 1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
ID	NO	TYPE	CATEGORY
WELD LIST			

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHECKED	APPD	INSULATION THK	
						SERVICE	
						PIPE SPEC	
						MAX PRESSURE	
						MAX TEMPERATURE	
						P&ID DWG	
		08/25/18				INSULATION SPEC	

PROJECT NAME		ALUUV LTDA			
TITLE					
Compressed Air Piping Design					
DRAWING NUMBER					
SHEET NO.		Secondary - 007-2			
JOB NUMBER		JOB NO.		DATE	
Secondary - 007		18-001		N.T.S.	
SHEET		DATE		TYPE	
2		2		0	

ID	NO	TYPE	CATEGORY
14	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
13	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
12	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
11	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
10	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
9	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
8	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
7	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
4	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
3	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
1	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM



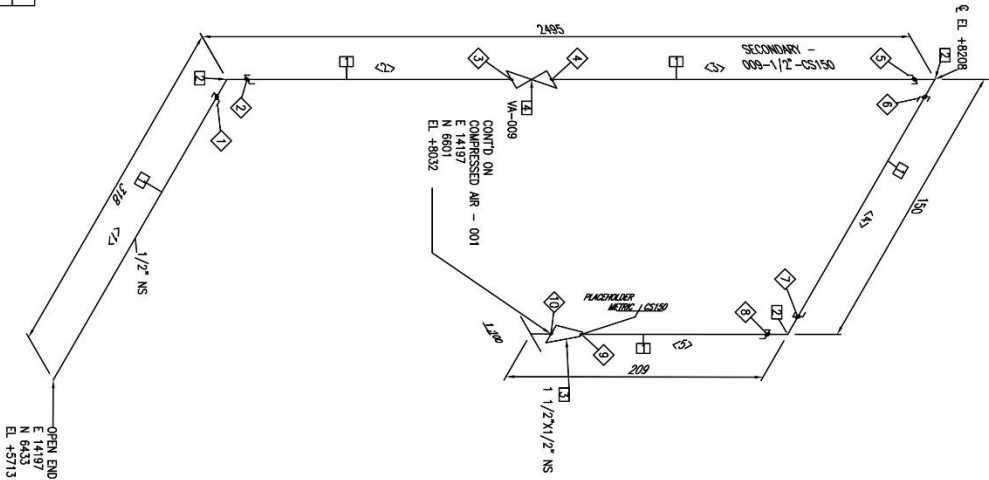
REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK
						SERVICE
						PIPE SPEC
						MAX PRESSURE
						MAX TEMPERATURE
						P&ID DWG
						INSULATION SPEC
		08/25/18				

BILL OF MATERIALS						
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION		
				PIPE		
1	27M	3/4"		PIPE, SEAMLESS, FE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40		
				FITTINGS		
2	2	3/4"		CP INFERVAL COUPLING (BOX)		
3	3	3/4"	3000	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105		
4	1	3/4"		CP INFERVAL TEE		
				VALVES		
5	1	3/4"		CP INFERVAL VALVE		
CUT PIECE LIST						
ID	LENGTH	NO	END1	END2		
1	54MM	3/4"	UNIVERSAL ET	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET	
2	45MM	3/4"	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET	SQUARE CUT	
3	49MM	3/4"	UNIVERSAL ET	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET	
4	59MM	3/4"	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET	PL	
5	130MM	3/4"	UNIVERSAL ET	SQUARE CUT	PL	
6	1687MM	3/4"	PL	SQUARE CUT	SQUARE CUT	
7	645MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT	SQUARE CUT	

PROJECT NAME:				
Aluvil LTDA				
TITLE:				
Compressed Air Piping Design				
DRAWING NUMBER:				
Secondary - 008-2				
LINE NO:	SECONDARY - 008	ASBL	UNIT:	TYPE:
JOB NUMBER:	18-001	SCALE:	SHEET:	REV:
		N.T.S.	2 OF 2	0

BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION	
1	1.2M	3/4"		PIPE PIPE, SEAMLESS, FE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	5	3/4"	3000	ELB 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A106	
3	1	1/2"x3/4"		PH METRIC REDUCER CONC.	
CUT PIECE LIST					
ID		LENGTH	NO	END1	END2
1		889MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
2		253MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
3		453MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
4		140MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT

ANEXO E-22: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 011



10	1 1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
9	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
8	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
4	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
3	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
2	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
1	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM

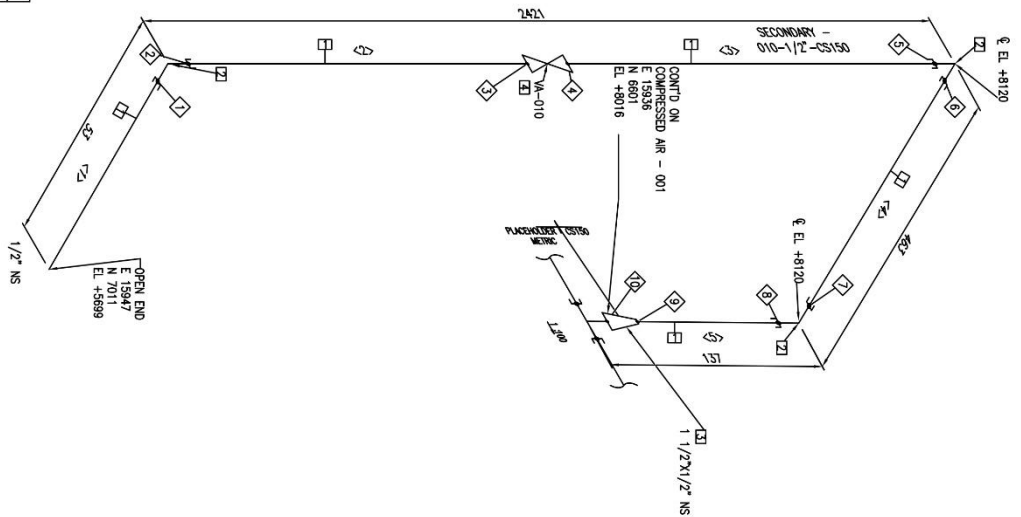
REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK
		08/25/18				

PROJECT NAME:				SERVICE:			
Aluvi LTDA				PIPE SPEC			
TITLE:				MAX PRESSURE			
Compressed Air Piping Design				MAX TEMPERATURE			
DRAWING NUMBER:				P&ID DWG			
Secondary - 009				INSULATION SPEC			
Secondary - 009							
JOB NUMBER:							
18-001							

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	NO	SCH/CLASS
PPE			
1	2.9M	1/2"	PIPE SEAMLESS FC, ASME B36.10, ASTM A106 GR B
FITTINGS			
2	3	1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	1/2"x1/2"	PH METRIC REDUCER CONC.
VALVES			
4	1	1/2"	CP METRIC VALVE

CUT PIECE LIST			
ID	LENGTH	NO	END1
1	303MM	1/2"	SQUARE CUT
2	813MM	1/2"	SQUARE CUT
3	1543MM	1/2"	PL
4	119MM	1/2"	SQUARE CUT
5	99MM	1/2"	SQUARE CUT

ANEXO E-23: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 012



10	1 1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
9	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
8	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
4	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
3	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
2	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
1	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
ID	NO	TYPE	CATEGORY

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHECK	APPD	INSULATION THK
						SERVICE
						PIPE SPEC
						MAX PRESSURE
						MAX TEMPERATURE
						P&ID DWG
		08/25/18				INSULATION SPEC

PROJECT NAME:	Alvilv LTDA				
TITLE:	Compressed Air Piping Design				
DRAWING NUMBER:	Secondary - 010				
LINE NO:	Secondary - 010	AREA:	UNIT:	TYPE:	
JOB NUMBER:	18-001	SCALE:	SHEET:	OF	TOT.
		N.T.S.	1	1	0

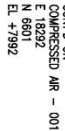
BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SC#/CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	2.8M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, PL, ASME B36.10, ASTM A106 OR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	3	1/2"	3000	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
3	1	1/2"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.	
VALVES					
4	1	1/2"		CP INFERIAL VALVE	
CUT PIECE LIST					
ID	LENGTH	NO	END1	END2	
1	38MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT	
2	1033MM	1/2"	SQUARE CUT	PL	
3	1232MM	1/2"	PL	SQUARE CUT	
4	432MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT	
5	25MM	1/2"	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET	



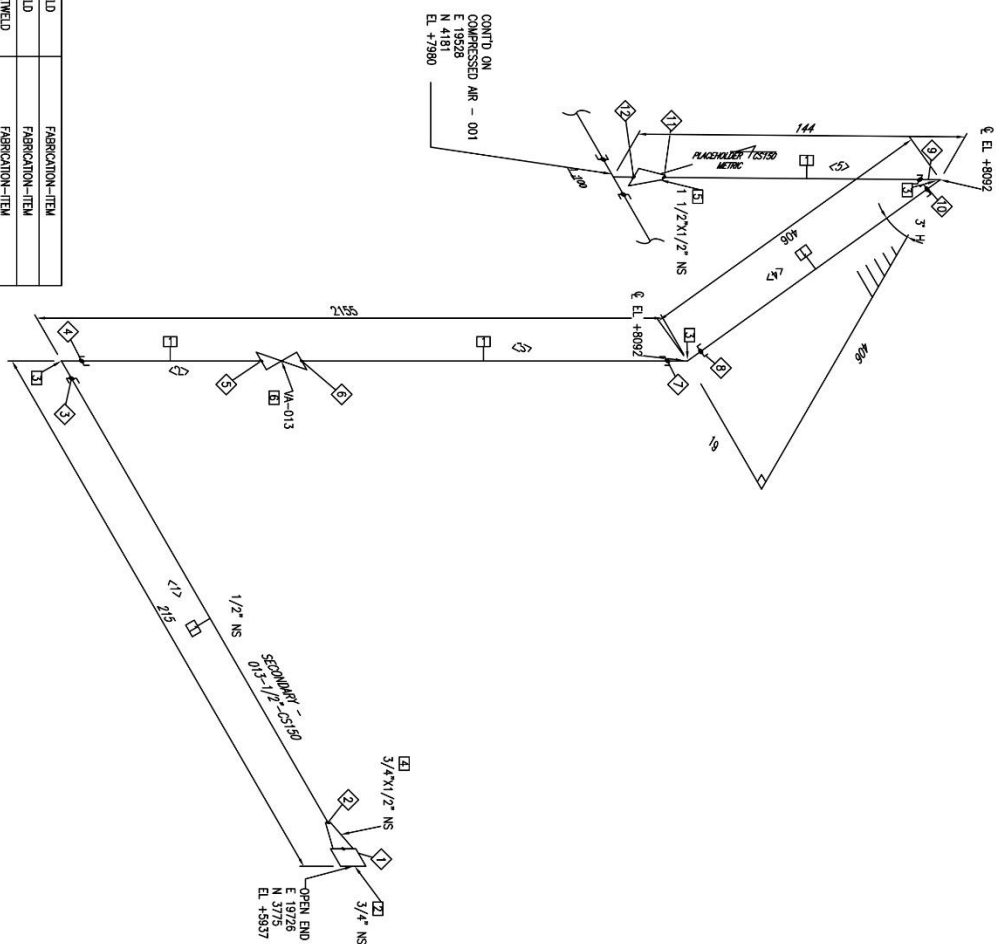
PROJECT NAME:					ALUVIL LTDA				
TITLE:					Compressed Air Piping Design				
DRAWING NUMBER:					Secondary - 011				
LINE NO.	Secondary - 011	AREA	UNIT	TYPE					
JOB NUMBER	18-001	SQ.FT.	SHEET						
		N.T.S.	1	of 1	REV.		0		

C:\Users\Particular\Desktop\Projeto\Aluvil LTDA\Isometric\Final_A2\ProdIsos\Drawings\Secondary - 011.dwg

C:\Users\Particular\Desktop\Projeto\Aluvil LTDA\Isometric\Final_A2\ProdIsos\Drawings\Secondary - 012.dwg



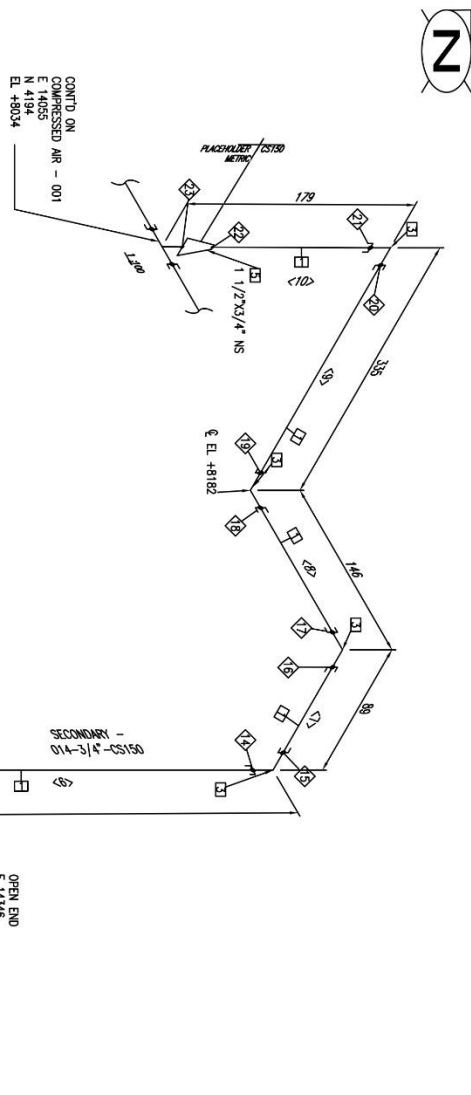
BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION
PIPE				
1	2.9M	1/2"		PPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
FITTINGS				
2	3	1/2"	3000	EL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	1/2"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.
VALVES				
4	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE
CUT PIECE LIST				
ID	LENGTH	NO	END1	END2
1	1241MM	1/2"	SQUARE CUT	PL
2	1188MM	1/2"	PL	SQUARE CUT
3	389MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT



					SERVICE	
					PIPE SPEC	
					MAX PRESSURE	
					MAX TEMPERATURE	
					PAID DWG	
					INSULATION SPEC	
REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK
		08/25/18				

BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	NO	SCY/CLASS	DESCRIPTION
PIPE				
1	2.6MM	1/2"		PIPE, SEAMLESS, FE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
FITTINGS				
2	1	3/4"		CP IMPERIAL COUPLING (BOX)
3	3	1/2"	3000	EL. 90, 3000 LB. SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	1	3/4"x1/2"		PI METRIC REDUCER CONC.
5	1	1/2"x1/2"		PI METRIC REDUCER CONC.
VALVES				
6	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE
CUT PIECE LIST				
ID	LENGTH	NO	END1	END2
1	12MM	1/2"	UNIVERSAL_ET	SQUARE CUT
2	28MM	1/2"	SQUARE CUT	PL
3	173MM	1/2"	PL	SQUARE CUT
4	37MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
5	33MM	1/2"	SQUARE CUT	UNIVERSAL_ET

PROJECT NAME:		Aluvil LTDA			
TITLE:		Compressed Air Piping Design			
DRAWING NUMBER:		Secondary - 013			
LINE NO.	Secondary - 013	AREA:	UNIT:	TYPE:	
DWG. NUMBER:	18-001	SCALE:	N.T.S.	SHEET:	1 of 1
		REV:	0		



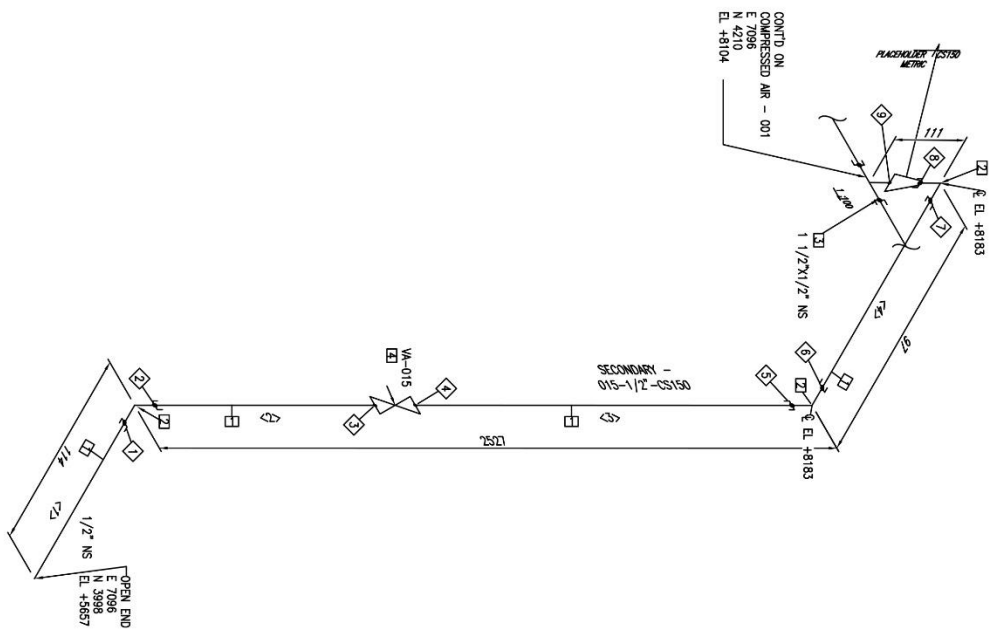
ID	NO	TYPE	CATEGORY
14	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
13	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
12	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
11	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
10	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
9	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
8	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
4	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	3/4"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
1	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK
						SERVICE
						PIPE SPEC
						MAX PRESSURE
						MAX TEMPERATURE
						P&ID DWG
		08/25/18				INSULATION SPEC

PROJECT NAME:	Aluvil LTDA									
TITLE:	Compressed Air Piping Design									
DRAWING NUMBER:	Secondary - 014									
LINE NOS.	Secondary - 014		AREA	UNIT	TYPE					
JOB NUMBER:	18-001		SCALE	SHEET:	1	OF	1	REV.		0

BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SCH/CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	2.3M	3/4"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	2	1"		CP IMPERIAL COUPLING (BOX)	
3	6	3/4"	3000	ELI 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
4	2	3/4"x1"		PH METRIC REDUCER CONC.	
5	1	¹ 1/2"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.	
6	1	3/4"	3000	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
VALVES					
7	1	3/4"		CP IMPERIAL VALVE	
CUT PIECE LIST					
ID		LENGTH	NO	END1	END2
1		54MM	3/4"	UNIVERSAL ET	SQUARE CUT
2		110MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
3		110MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
4		44MM	3/4"	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET
5		140MM	3/4"	SQUARE CUT	PL
6		1233MM	3/4"	PL	SQUARE CUT
7		58MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
8		115MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
9		304MM	3/4"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
10		68MM	3/4"	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET

ANEXO E-28: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 017



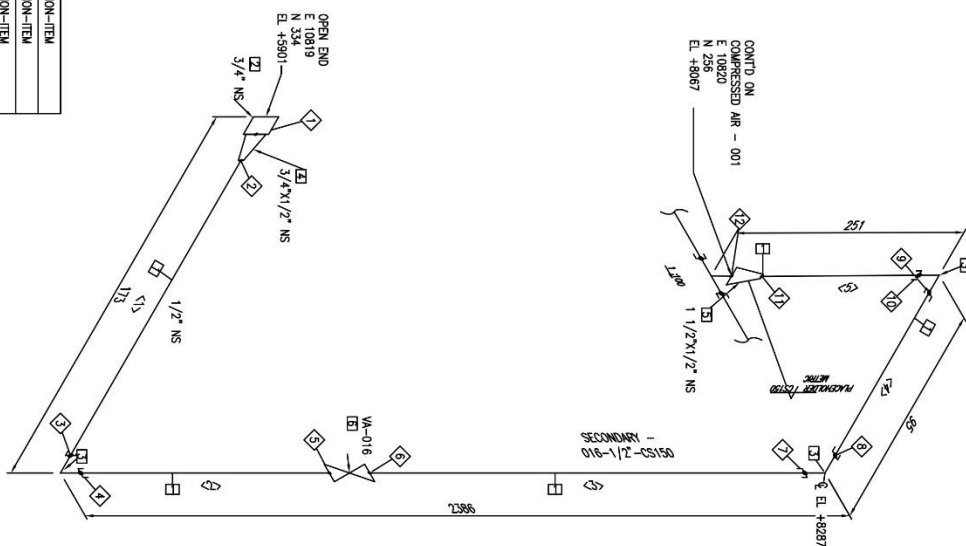
9	1 1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
8	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
4	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
3	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
2	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
1	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
ID		TYPE	CATEGORY
WELD LIST			

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHECKED	APPROVED	SERVICE
						PIPE SPEC
						MAX PRESSURE
						MAX TEMPERATURE
						P&ID DWG
		08/25/18				INSULATION SPEC

PROJECT NAME:					ALUVIL LTDA				
TITLE:					Compressed Air Piping Design				
DRAWING NUMBER:					Secondary - 015				
LINE NO.	Secondary - 015				AREA	UNIT	TYPE		
DWG NUMBER:	18-001				SCALE	SHEET	OF		REV.
					N.T.S.	1	1		0

BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	ND	SCH/CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	2.6M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASTM B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	3	1/2"	3000	EL. 90, 3000 LB. SW, ASME B16.11, ASTM A105	
3	1	1/2"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.	
VALVES					
4	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE	
CUT PIECE LIST					
ID	LENGTH	ND	END1	END2	
1	99MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT	
2	565MM	1/2"	SQUARE CUT	PL	
3	1825MM	1/2"	PL	SQUARE CUT	
4	66MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT	

C:\Users\Particular\Desktop\Projeto\Aluviel LTDA\Isometric\Final_A2\ProdIsos\Drawings\Secondary - 016.dwg



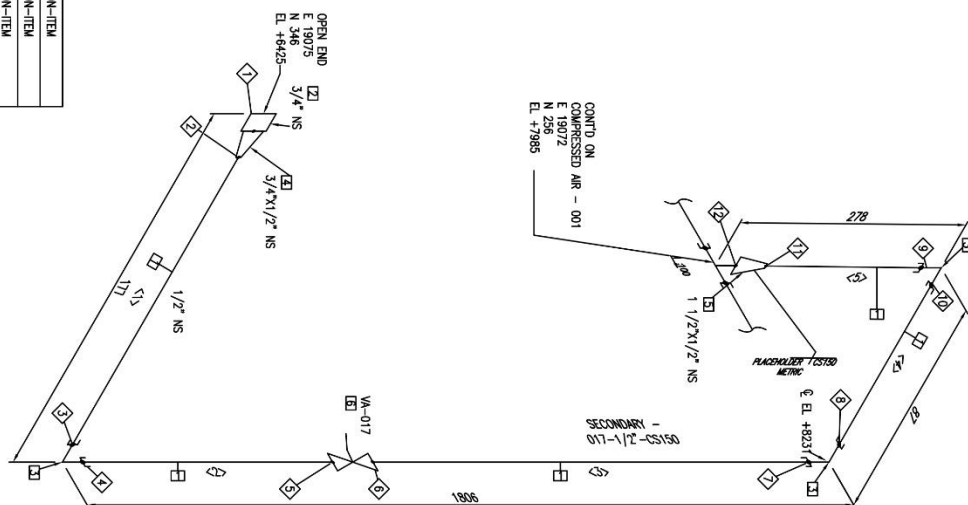
WELD LIST			
ID	NO	TYPE	CATEGORY
12	1 1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
11	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
10	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
9	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
8	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
5	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
4	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
1	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM

					SERVICE	
					PIPE SPEC	
					MAX PRESSURE	
					MAX TEMPERATURE	
					P&ID DWG	
					INSULATION SPEC	
		08/25/18				
REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK

PROJECT NAME				Aluvil LTDA			
TITLE							
Compressed Air Piping Design							
DRAWING NUMBER							
SHEET NO.		Secondary - 016		PAGE		1	
JOB NUMBER		Secondary - 016		UNIT		TYPE	
18-001				SHEET		1 OF 1	
		SCALE		IN U.S.		REV.	
						0	

BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SCF/CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	2.6M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR. B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	1	3/4"		CP IMPERIAL COUPLING (BOX)	
3	3	1/2"	3000	ELI 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
4	1	3/4"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.	
5	1	¹ 1/2"x1/2"		PH METRIC REDUCER CONC.	
VALVES					
6	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE	
CUT PIECE LIST					
ID	LENGTH	NO	END1	END2	
1	62MM	1/2"	UNIVERSAL ET	SQUARE CUT	
2	505MM	1/2"	SQUARE CUT	PL	
3	174MM	1/2"	PL	SQUARE CUT	
4	6MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT	
5	14MM	1/2"	SQUARE CUT	UNIVERSAL ET	

ANEXO E-30: LINHA SECUNDÁRIA – PLANTA 019



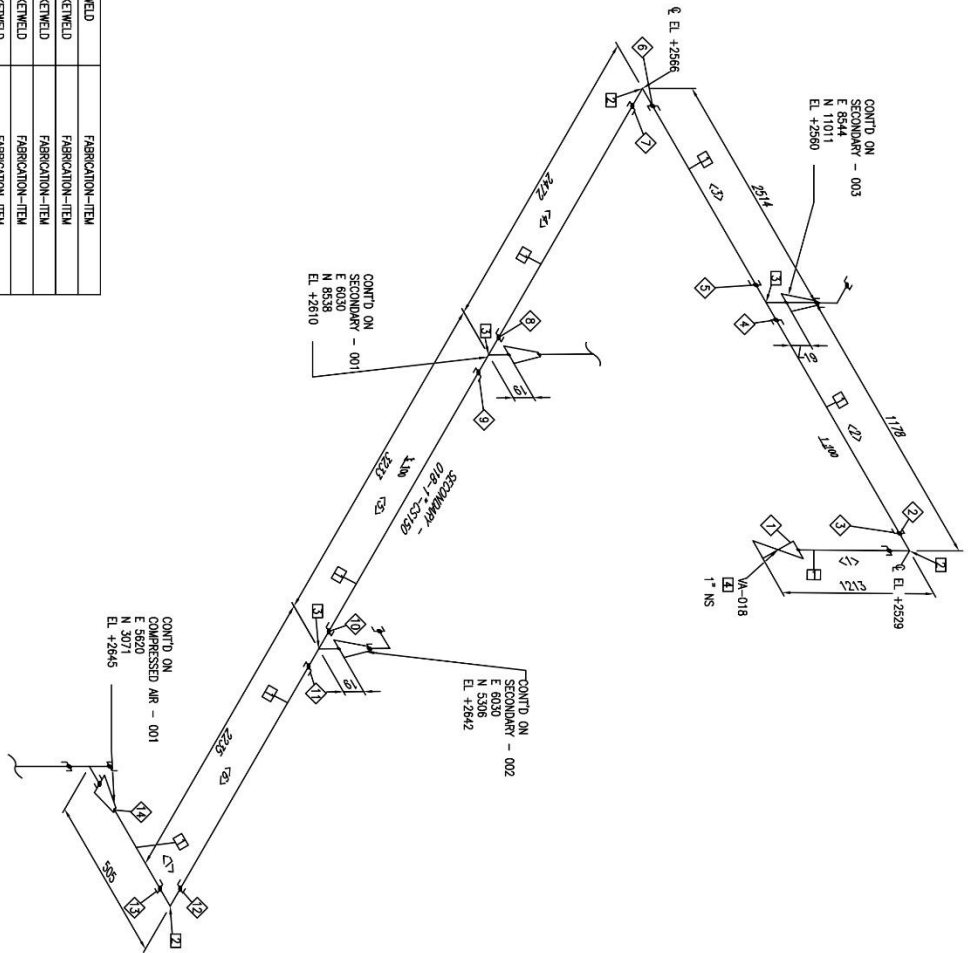
12	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
11	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
10	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
9	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
8	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
5	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
4	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	1/2"	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	1/2"	WELD	FABRICATION-ITEM
1	3/4"	WELD	FABRICATION-ITEM
ID	NO	TYPE	CATEGORY
WELD LIST			

					SERVICE	
					PIPE SPEC	
					MAX PRESSURE	
					MAX TEMPERATURE	
					PAID DWG	
					INSULATION SPEC	
		08/25/18				
REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHKD	APPD	INSULATION THK

PROJECT NAME:	Aluvil LTDA				
TITLE:	Compressed Air Piping Design				
DRAWING NUMBER:	Secondary - 017				
LINE NO.:	Secondary - 017	MS&C	QUNT.	TYPE	
JOB NUMBER:	18-001	SQ&E	SHEET:	1 OF 1	REV. 0

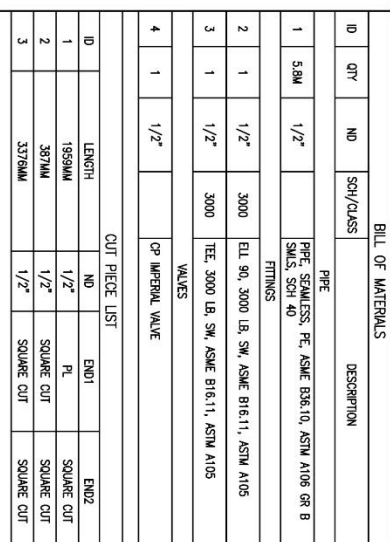
BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	NO	SPC/CLASS	DESCRIPTION	
PIPE					
1	2.0M	1/2"		PIPE, SEAMLESS, FE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40	
FITTINGS					
2	1	3/4"		CP IMPERIAL COUPLING (BOX)	
3	3	1/2"	3000	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105	
4	1	3/4"x1/2"		PI METRIC REDUCER CONC.	
5	1	1/2"x1/2"		PI METRIC REDUCER CONC.	
VALVES					
6	1	1/2"		CP IMPERIAL VALVE	
CUT PIECE LIST					
ID		LENGTH	NO	END1	END2
1		88MM	1/2"	UNIVERSAL_ET	SQUARE CUT
2		355MM	1/2"	SQUARE CUT	PL
3		1311MM	1/2"	PL	SQUARE CUT
4		56MM	1/2"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
5		167MM	1/2"	SQUARE CUT	UNIVERSAL_ET

WELD LIST			
ID	NO	TYPE	CATEGORY
14	1*	WELD	FABRICATION-ITEM
13	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
12	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
11	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
10	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
9	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
8	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
7	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
6	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
5	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
4	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
3	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
2	1*	SOCKETWELD	FABRICATION-ITEM
1	1*	WELD	FABRICATION-ITEM



BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	NO	SCM/CLASS	DESCRIPTION
				PIPE
1	12.9M	1"		PIPE, SEAMLESS, FC, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
FITTINGS				
2	3	1"	3000	EL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	3	1"	3000	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
VALVES				
4	1	1"		OP IMPERIAL VALVE
CUT PIECE LIST				
ID	LENGTH	NO	END1	END2
1	1061MM	1"	PL	SQUARE CUT
2	1141MM	1"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
3	2437MM	1"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
4	2435MM	1"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
5	3195MM	1"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
6	2191MM	1"	SQUARE CUT	SQUARE CUT
7	391MM	1"	SQUARE CUT	SQUARE CUT

PROJECT NAME:		Aluvil LTDA			
TITLE:		Compressed Air Piping Design			
DRAWING NUMBER:		Secondary - 018			
LINE NO:	Secondary - 018	AREA:	UNIT:	TYPE:	
JOB NUMBER:	18-001	SCALD:	SHEET:	OF:	REV:
		N.T.S.	1	1	0



PROJECT NAME									
Aluvil LTDA									
TITLE									
Compressed Air Piping Design									
DRAWING NUMBER									
Secondary - 019									
LINE NO.		DESC.		UNIT		TYPE			
Secondary - 019									
JOB NUMBER		SCALE		SHEET		REV.			
18-001		N.T.S.		1 OF 1		0			

ANEXO F: CATÁLOGO TUBOS TIGRE

Ficha Técnica



PPR Termofusão

Localização no Website TIGRE:

Predial ► Água quente ► Termofusão

Função e Aplicações:

Para condução de água fria e quente com alta exigência de desempenho e durabilidade:

- Instalações prediais em residências, hotéis, indústrias, clubes e hospitais;
- Instalação de calefação;
- Instalação de condicionadores de ar frio e quente;
- Instalações navais;
- Instalações industriais.



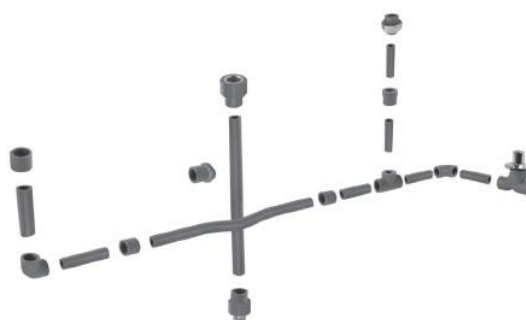
1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Matéria-prima: polipropileno copolímero random - PPR;
- Diâmetros: 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 e 110mm;
- Classe de pressão: PN 12 (12 kgf/cm²), PN 20 (20 kgf/cm²) e PN 25 (25 kgf/cm²);
- Comprimento do tubo: 4 metros;
- Cor: Verde.

1.1 NORMAS DE REFERÊNCIA:

- IRAM 13470 - Sistemas de tubo de polipropileno para união por termofusão. Tubos de polipropileno para transporte de líquidos sob pressão. Medidas e pressões nominais.
- IRAM 13471 - Tubos de polipropileno para união por termofusão destinados ao transporte de líquidos a baixa pressão - Requisitos.
- IRAM 13472 - Tubos de polipropileno. Conexões de polipropileno para união por termofusão, com tubos de mesmo material, para a condução de líquidos a baixa pressão (partes 1 e 2).

Características	Método de medição	Unidades	Valores
Índice de Fluidez (230°C/2.16kg)	ISO 1133	g / 10 MIN	830
Densidade	ISO 1133	g / cm ³	0,3
Módulo de elasticidade e flexão 23°C	ISO 178	Mpa	0,9
Resistência à tração no limite elástico	ISO 527-2	Mpa	25
Alongamento no limite elástico	ISO 1133	%	11
Dureza short D	ASTMD2240	-	70
Resistência ao impacto Charpy c/e a 23°C	ISO 179	KJ/m ²	50
Resistência ao impacto Charpy c/e a 0°C	ISO 179	KJ/m ²	5
Ponto de fusão	Método interno	0°C	136,5 - 142,5
Condutividade térmica a 23°C	DIN 8078	W/mk	0,23
Resistividade de volume a 20°C	-	Ωcm	>1x10 ¹⁶



Exemplo de sistema água quente Termofusão TIGRE

ANEXO G: TUBOS NBR 5580

Tubos Pretos e Galvanizados

NBR 5880 - Tubos de Condução Pretos e Galvanizados Tipo - Leve

DIMENSÕES DISPONÍVEIS

Diâmetro Nominal	Polegada	Dm. Externo	Espessura(mm)	Preto Diâmetro Kg/Pç	Galvanizado Diâmetro Kg/Pç
15	1/2"	21,3	2,25mm	6,360	6,647
20	3/4"	26,9	2,25mm	8,220	8,592
25	1"	33,7	2,65mm	12,180	12,648
32	1.1/4"	42,4	2,65mm	15,600	16,199
40	1.1/2"	48,3	3,00mm	20,100	20,783
50	2"	60,3	3,00mm	25,440	26,304
65	2.1/2"	76,1	3,35mm	36,060	37,157
80	3"	88,9	3,35mm	42,420	43,710
90	3.1/2"	101,6	3,75mm	54,300	55,776
100	4"	114,3	3,75mm	61,320	62,987
125	5"	139,7	*	*	*
150	6"	165,1	*	*	*

Tubos Preto

Tubos em Aço Carbono, sem revestimento de zinco, com costura RIR (rebarba interna removida). Fornecidos em barras com 6 metros.

USOS E APLICAÇÕES

Os tubos pretos não possuem proteção de zinco (galvanização) e geralmente são utilizados para revestimento de poços artesanais, condução de óleo, serralheria e etc. Para saber mais detalhes sobre aplicações e usos consulte a nossa equipe comercial.
- Tubos testados hidrostaticamente (Eddy Current).

NORMAS ATENDIDAS

NBR5580

DIN 2440



Tubos Galvanizados

Tubo galvanização a fogo é um processo de aplicação do revestimento de zinco em estruturas de aço através de imersão a quente, dando longevidade à estrutura tratada com costura RIR (rebarba interna removida). Fornecidos em barras com 6 metros.

USOS E APLICAÇÕES

Tubos galvanizados utilizados para condução de água, gás, vapor e outros fluidos não corrosivos.

