
AUDITORIA ENERGÉTICA



Navarra – Extrusão Alumínio, S.A.

OP168 – PREN (2024-2031)

Elaborado por: João Silva (TR-484)

Equipa técnica: Gonçalo Duarte, João Silva (TR-484), Isabel Novais (TR-899)

Revisão nº 7

Projeto: P230194

Data: Setembro 2024

ÍNDICE

0. SUMÁRIO EXECUTIVO.....	8
1. INTRODUÇÃO	11
2. DADOS GERAIS DA EMPRESA	11
3. UTILIZAÇÃO DE ENERGIA	12
3.1 Consumo de Combustíveis	12
3.1.1Gás natural, gasóleo e gasolina	12
3.2 Energia Elétrica	13
3.2.1Extrusão	13
3.2.2Anodização	14
3.2.3Energia Elétrica Total	15
3.2.4Energia Elétrica (UPAC).....	17
3.3 Características das Fontes de Energia.....	17
3.4 Consumo Total de Energia	19
3.5 Emissões de Gases com Efeito de Estufa	20
4. DIAGRAMAS DO PROCESSO PRODUTIVO	22
5. PRODUÇÕES	23
6. DESAGREGAÇÃO DOS CONSUMOS DE ENERGIA	23
7. INDICADORES DE DESEMPENHO	26
7.1 Intensidade Energética	26
7.2 Consumo Específico de Energia	27
7.3 Consumo Específico no período de Auditoria Energética.....	30
7.4 Intensidade Carbónica	31
8. ANÁLISE dos SETORES CONSUMIDORES DE ENERGIA – Setores produtivos.....	33
8.1 Extrusão	33
8.1.1Descrição	33
8.1.2Equipamentos.....	34
8.1.3Consumo de energia.....	36
8.1.4Potencial de poupança de energia	48
8.2 Polimento e Anodização	49
8.2.1Descrição	49
8.2.2Equipamentos.....	50
8.2.3Consumo de energia.....	51
8.3 Lacagem Vertical.....	52

8.3.1Descrição	52
8.3.2Equipamentos.....	53
8.3.3Consumo de energia	54
8.4 Lacagem Horizontal	56
8.4.1Descrição	56
8.4.2Equipamentos.....	56
8.4.3Consumo de energia.....	57
8.5 Acabamento Madeira	58
8.5.1Descrição	58
8.5.2Equipamentos.....	58
8.6 Rutura térmica e Mecanização	58
8.6.1Descrição	58
8.6.2Equipamentos.....	58
9. ANÁLISE dos SETORES CONSUMIDORES DE ENERGIA – Setores auxiliares	60
9.1 Central de ar comprimido	60
9.1.1Descrição	60
9.1.2Equipamentos.....	62
9.1.3Consumo de energia	63
9.1.4Potencial de poupança de energia	68
9.2 Produção de Energia térmica.....	72
9.2.1Descrição	72
9.2.2Equipamentos.....	74
9.2.3Consumo de energia	75
9.2.4Potencial de poupança de energia	76
9.3 Aquecimento de águas sanitárias (AQS)	78
9.3.1Descrição	78
9.3.2Equipamentos.....	78
9.4 Produção de água refrigerada	78
9.4.1Descrição	78
9.4.2Equipamentos.....	79
9.4.3Consumo de energia	80
9.5 Iluminação	81
9.5.1Descrição	81
9.5.2Consumo de energia	84
9.5.3Potencial de poupança de energia	84

9.6 Frota e Movimentação de Cargas	85
9.6.1Descrição	85
9.6.2Equipamentos.....	85
9.6.3Consumo de energia.....	85
9.7 Serviços Administrativos e Sociais	85
9.7.1Descrição	85
9.7.2Consumo de energia.....	85
9.8 Serviços elétricos	86
9.8.1Postos de transformação e rede elétrica	86
9.8.2Equipamentos.....	87
9.8.3Central Fotovoltaica (UPAC)	87
9.8.4Controlo dos Consumos.....	89
9.8.5Potencial de poupança de energia	90
10. CONCLUSÕES.....	96
11. ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 -	Caracterização energética da instalação no ano de referência (2023)	8
Tabela 2 -	Indicadores de desempenho no ano de referência (2023)	9
Tabela 3 -	Medidas de racionalização do consumo de energia a incluir no PREn	10
Tabela 4 -	Indicadores energéticos atuais e previsto no final do PREn	10
Tabela 5 -	Dados gerais da empresa	11
Tabela 6 -	Consumos e custos dos combustíveis (2023).....	12
Tabela 7 -	Consumo e custo de energia elétrica - Extrusão.....	13
Tabela 8 -	Consumo e custo de energia elétrica - Anodização	14
Tabela 9 -	Consumo e custo de energia elétrica - Total.....	16
Tabela 10 -	Energia elétrica proveniente da UPAC.....	17
Tabela 11 -	Características das fontes de energia (2023)	18
Tabela 12 -	Consumos e custos energéticos globais.....	19
Tabela 13 -	Consumos energéticos globais expressos em tep.....	19
Tabela 14 -	Emissões de gases com efeito de estufa, em tCO ₂	21
Tabela 15 -	Evolução mensal da produção (2023).....	23
Tabela 16 -	Repartição do consumo global de energia (2023)	24
Tabela 17 -	Valor acrescentado bruto (2023).....	26
Tabela 18 -	Intensidade Energética (2023)	27
Tabela 19 -	Consumo específico de energia (2023) - Extrusão.....	27
Tabela 20 -	Consumo específico de energia (2023) – Acabamento e Revestimento.....	29
Tabela 21 -	Consumo Específico Extrusão – Período de Auditoria Energética	30
Tabela 22 -	Consumo Específico Acabamento e Revestimento – Período de Auditoria Energética	30
Tabela 23 -	Intensidade Carbónica (2023) - Extrusão	31
Tabela 24 -	Intensidade Carbónica (2023) – Acabamento e Revestimento.....	32
Tabela 25 -	Características dos equipamentos produtivos - Extrusão.....	34
Tabela 26 -	Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (Continuação)	34

Tabela 27 -	Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (continuação).....	35
Tabela 28 -	Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (continuação).....	35
Tabela 29 -	Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (continuação).....	35
Tabela 30 -	Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (Continuação)	36
Tabela 31 -	Parâmetros da medição dos gases de combustão.....	47
Tabela 32 -	Rendimento dos queimadores (Método das Perdas)	48
Tabela 33 -	Pressupostos de cálculo da medida de otimização das prensas 1, 2 e 3	49
Tabela 34 -	Tabela resumo da medida de otimização das prensas 1, 2 e 3.....	49
Tabela 35 -	Características dos equipamentos produtivos - Anodização	51
Tabela 36 -	Características dos equipamentos produtivos – Lacagem vertical	53
Tabela 37 -	Características dos equipamentos produtivos - Lacagem vertical (Continuação).....	54
Tabela 38 -	Parâmetros da medição dos gases de combustão.....	55
Tabela 39 -	Rendimento da caldeira (Método das Perdas)	55
Tabela 40 -	Características dos equipamentos produtivos – Lacagem horizontal.....	57
Tabela 41 -	Características dos equipamentos produtivos – Acabamento de madeira.....	58
Tabela 42 -	Características dos equipamentos produtivos – Rutura térmica e mecanização	59
Tabela 43 -	Características dos compressores de ar comprimido	63
Tabela 44 -	Características dos depósitos de ar comprimido	63
Tabela 45 -	Características dos secadores de ar comprimido.....	63
Tabela 46 -	Variação da potência absorvida com a temperatura de aspiração (<i>Manual de Auditorias Energéticas</i>)	69
Tabela 47 -	Variação da potência absorvida com a temperatura de aspiração – situação existente	69
Tabela 48 -	Pressupostos considerados na redução de temperatura da central de ar comprimido	69
Tabela 49 -	Resumo da medida Redução da temperatura do ar da central de ar comprimido.....	70
Tabela 50 -	Pressupostos de funcionamento dos compressores, atual e futuros	72
Tabela 51 -	Tabela resumo da medida – Otimização do funcionamento da central de ar comprimido.....	72
Tabela 52 -	Características dos geradores de vapor	74
Tabela 53 -	Características da bomba de água	74
Tabela 54 -	Parâmetros da medição dos gases de combustão.....	76
Tabela 55 -	Rendimento da caldeira (Método das Perdas)	76
Tabela 56 -	Listagem de acessórios sem isolamento térmico.....	77
Tabela 57 -	Resumo da implementação da medida – Aplicação de isolamentos térmicos	78
Tabela 58 -	Características dos termoacumuladores	78
Tabela 59 -	Características dos chillers.....	80
Tabela 60 -	Características dos motores das bombas de circulação.....	80
Tabela 61 -	Quantidade e tipo de armaduras existentes.....	82
Tabela 62 -	Quantidade e tipo de armaduras existentes (continuação).....	82
Tabela 63 -	Quantidade e tipo de armaduras existentes (continuação).....	82
Tabela 64 -	Resumo da implementação da medida – Substituição da iluminação convencional por iluminação LED (interior)	84
Tabela 65 -	Características dos empilhadores	85
Tabela 66 -	Características dos transformadores	87
Tabela 67 -	Central Fotovoltaica.....	88
Tabela 68 -	Resumo dos resultados das medições elétricas.....	89
Tabela 69 -	Lista dos contadores de gás natural previstos	91
Tabela 70 -	Lista dos contadores elétricos previstos	92
Tabela 71 -	Tabela resumo da medida – Implementação de um sistema de gestão de energia	92
Tabela 72 -	Pressupostos de funcionamento dos motores existentes	94
Tabela 73 -	Pressupostos de funcionamento dos novos motores IE3 ou IE4	95
Tabela 74 -	Tabela resumo da medida – Substituição de motores convencionais por motores IE3 ou IE4.....	96
Tabela 75 -	Medidas de racionalização do consumo de energia a incluir no PREn e data de implementação.....	97
Tabela 76 -	Indicadores energéticos atuais e previstos para o final do PREn.....	97
Tabela 77 -	Levantamento da iluminação existente.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 -	Diagrama simplificado do processo produtivo	22
Figura 2 -	Esquema simplificado da central de ar comprimido da Fábrica	61
Figura 3 -	Esquema simplificado da central de ar comprimido da Armazém.....	61
Figura 4 -	Central de ar comprimido da Fábrica e da Armazém	62
Figura 5 -	Central térmica	74
Figura 6 -	Acessórios sem isolamento térmico	77
Figura 7 -	Isolamentos flexíveis propostos.....	77
Figura 8 -	Esquema simplificado da central de produção de água refrigerada.....	79
Figura 9 -	Esquema unifilar simplificado da rede elétrica.....	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Desagregação dos consumos de energia pelos diferentes setores	9
Gráfico 2 -	Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários - Extrusão	14
Gráfico 3 -	Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários – Anodização	15
Gráfico 4 -	Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários – Total	17
Gráfico 5 -	Evolução do consumo de energia global	20
Gráfico 6 -	Evolução das emissões de gases com efeito de estufa.....	21
Gráfico 7 -	Repartição do consumo total de energia (2023)	25
Gráfico 8 -	Evolução da produção e do consumo de energia (2023) – Extrusão.....	28
Gráfico 9 -	Consumo de Energia versus Produção (Extrusão)	28
Gráfico 10 -	Evolução da produção e do consumo de energia (2023) – Acabamento e Revestimento	29
Gráfico 11 -	Consumo de Energia versus Produção (Acabamento e Revestimento).....	30
Gráfico 12 -	Evolução das emissões de gases e do consumo total de energia (2023) - Extrusão.....	31
Gráfico 13 -	Evolução das emissões de gases e do consumo total de energia (2023) – Acabamento e Revestimento	32
Gráfico 14 -	Evolução da potência absorvida – QGBT1	36
Gráfico 15 -	Evolução da potência absorvida – QGBT2	37
Gráfico 16 -	Evolução da potência absorvida – QGBT5	38
Gráfico 17 -	Evolução da potência absorvida – Prensa 2 – Bomba hidráulica 1.....	39
Gráfico 18 -	Evolução da potência absorvida – Prensa 2 – Bomba hidráulica 2.....	40
Gráfico 19 -	Evolução da potência absorvida – Prensa 2 – Bomba hidráulica 3.....	41
Gráfico 20 -	Evolução da potência absorvida – Prensa 1 – Bomba hidráulica 1.....	42
Gráfico 21 -	Evolução da potência absorvida – Prensa 1 – Bomba hidráulica 2.....	43
Gráfico 22 -	Evolução da potência absorvida – Prensa 1 – Bomba hidráulica 3.....	44
Gráfico 23 -	Evolução da potência absorvida – Prensa 3 – Bomba hidráulica 1.....	45
Gráfico 24 -	Evolução da potência absorvida – Prensa 3 – Bomba hidráulica 3.....	46
Gráfico 25 -	Evolução da potência absorvida – Prensa 3 – Bomba hidráulica 4.....	47
Gráfico 26 -	Evolução da potência absorvida – QGBT3.....	51
Gráfico 27 -	Evolução da potência absorvida – Retificação.....	52
Gráfico 28 -	Evolução da potência absorvida – Lacagem Vertical	54
Gráfico 29 -	Evolução da potência absorvida – Lacagem Horizontal.....	57
Gráfico 30 -	Evolução da potência absorvida – Central de ar comprimido da Fábrica.....	64
Gráfico 31 -	Evolução da potência absorvida – Compressor 3 – GA55VSD	65
Gráfico 32 -	Evolução da potência absorvida – Compressor 1 – GA55VSD	66
Gráfico 33 -	Evolução da potência absorvida – Compressor 6 – GA55VSDFF	67
Gráfico 34 -	Evolução da potência absorvida – Compressor 7 – GA55VSDFF	68
Gráfico 35 -	Diagramas de carga por compressor e total – situação atual.....	70
Gráfico 36 -	Diagramas de carga por compressor e total – situação futura.....	71
Gráfico 37 -	Simulação do perfil de consumo de ar comprimido – situação atual e futura	71
Gráfico 38 -	Esquema simplificado da central térmica.....	73

Gráfico 39 - Evolução da potência absorvida – Central térmica	75
Gráfico 40 - Evolução da potência absorvida – Chiller	81
Gráfico 41 - Potência instalada e repartição por tipo de iluminação	83
Gráfico 42 - Potência instalada e repartição por zona	83
Gráfico 43 - Consumo anual estimado e repartição por zona.....	84
Gráfico 44 - Evolução da potência absorvida – Escritórios	86
Gráfico 45 - Evolução da potência injetada – Central Fotovoltaica (UPAC)	88
Gráfico 46 - Evolução da potência absorvida – Telecontagem	90
Gráfico 47 - Desagregação dos consumos de energia pelos diferentes setores	96

0. SUMÁRIO EXECUTIVO

A **Navarra - Extrusão Alumínio, S.A.** tem como principal atividade industrial o fabrico de perfis de alumínio extrudidos, anodizados e termolacados.

Com este trabalho pretendeu-se realizar uma Auditoria Energética dando satisfação ao *Decretos-Lei 68-A/2015 de 30 Abril e 71/2008, de 15 de Abril, e o despacho n.º 17449/2008, de 27 de junho, alterado pelo Despacho (extrato) n.º 6472/2016, de 17 de maio, e o Despacho n.º 17313/2008, de 26 de junho, da Direção – Geral de Energia e Geologia*. Assim, foram examinadas as condições de utilização de energia existentes nesta empresa e identificadas possíveis medidas de utilização racional de energia.

Quanto ao regime de laboração verificado em 2023 (ano de referência da auditoria energética), difere de setor para setor:

- Extrusão: regime contínuo durante 8 meses, e regime contínuo, 6 dias durante 4 meses;
- Anodização: 3 turnos, cinco dias por semana
- Lacagem horizontal: 1 turno, cinco dias por semana
- Lacagem vertical: 2 turno, cinco dias por semana
- Zonas Técnicas (Manutenção): 2 turnos, cinco dias por semana
- Serviços Administrativos: 1 turno, cinco dias por semana

Na tabela seguinte apresenta-se um resumo dos consumos, emissões de gases com efeito de estufa e custos de energia, registados no ano de referência desta auditoria energética (2023).

Tabela 1 - Caracterização energética da instalação no ano de referência (2023)

Fontes Energia	Consumo Global Energia		Emissões de gases efeito estufa		Custo Energia	
	tep	Repartição (%)	tCO ₂	Repartição (%)	€	Repartição (%)
Energia Elétrica	2 982,1	63,3%	6 519,1	61,0%	402 074	30,0%
Energia Elétrica UPAC (Autoconsumo)	215,7	4,6%	0,0	0,0%	-	-
Energia Elétrica UPAC (Injeção)	-25,6	-0,5%	0,0	0,0%	6 259	0,5%
Gás Natural	1 467,6	31,1%	3 938,5	36,9%	819 161	61,2%
Gasóleo	66,0	1,4%	204,6	1,9%	96 084	7,2%
Gasolina	8,7	0,2%	25,1	0,2%	15 528	1,2%
Total	4 714,5	100,0%	10 687	100,0%	1 339 106	100,0%

Os fatores de conversão utilizados encontram-se no [Capítulo 3.3 - Características das fontes de energia](#)

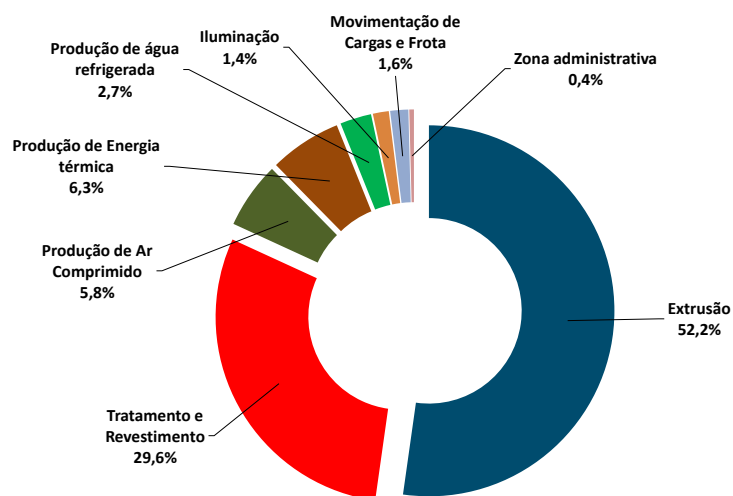
Os indicadores de desempenho energético da instalação, para o período de referência, apresentam-se na tabela seguinte:

Tabela 2 - Indicadores de desempenho no ano de referência (2023)

Produto	Quantidade (t 10 ³ m ²)	Consumo de Energia (tep)	Intensidade Energética ¹ (kgep/€)	Consumo Específico ¹ (kgep/t kgep/1000 m ²)	Intensidade Carbónica (tCO ₂ /tep)
Extrusão	25 751,901	2 727,4	0,183	103,436	2,26
Acabamento e Revestimento	3 608,487	1 987,1		538,453	2,28

¹ Considerando apenas 50% da energia proveniente de fontes renováveis ou endógenas

De seguida apresenta-se a repartição do consumo global de energia pelos diferentes setores, obtida a partir das medições realizadas no período de auditoria energética e outros registos internos existentes.


Gráfico 1 - Desagregação dos consumos de energia pelos diferentes setores

Das medidas identificadas foram selecionadas aquelas com viabilidade técnica e económica para inclusão no PREn, em vigor de 2024 a 2031. São apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 3 - Medidas de racionalização do consumo de energia a incluir no PREn

QUADRO RESUMO DAS MEDIDAS DA AUDITORIA ENERGÉTICA												
		POUPANÇA (ENERGIA ELÉTRICA)		POUPANÇA (GÁS NATURAL)		POUPANÇA (TOTAL)					INVEST.	RETORNO
		MWh/ano	€/ano	Nm³/ano	€/ano	tep/ano	%	tCO ₂ /ano	%	€/ano	€	anos
Central de Ar Comprimido		74,8	2 167,3	0,0	0,0	16,1	0,3%	35,1	0,3%	2 166	40 742	18,8
7	Otimização do funcionamento da central de ar comprimido	46,5	1 349	-	-	10,0	0,2%	21,9	0,2%	1 348	24 600	18,3
1	Extração do ar quente dos compressores para o exterior - Redução da temperatura na central de ar comprimido	28,2	818	-	-	6,1	0,1%	13,3	0,1%	818	16 142	19,7
Central Térmica		0,0	0	6 886	3 478,7	6,2	0,1%	16,7	0,2%	3 479	6 700	1,9
6	Aplicação de isolamentos térmicos em tubagens e acessórios	-	-	6 886	3 479	6,2	0,1%	16,7	0,2%	3 479	6 700	1,9
Iluminação		36,1	1 148	0,0	0,0	7,8	0,2%	17,0	0,2%	1 148	7 934	6,9
2	Substituição da iluminação existente por iluminação mais eficiente - Embalamento	36,1	1 148	-	-	7,8	0,2%	17,0	0,2%	1 148	7 934	6,9
Motores Elétricos		750,8	21 765	0,0	0,0	161,4	3,4%	352,9	3,3%	21 765	1 054 017	48,4
3	Substituição de motores existentes convencionais por motores de eficiência elevada (IE3 ou IE4)	164,9	4 779	-	-	35,4	0,8%	77,5	0,7%	4 779	68 622	14,4
4	Otimização do funcionamento de 3 prensas (Instalação de VEV nas bombas e substituição de motores)	586,0	16 985	-	-	126,0	2,7%	275,4	2,6%	16 985	985 395	58,0
Serios Elétricos		297,5	8 623	32 429	16 383	93,3	2,0%	218,6	2,0%	25 006	105 861	4,2
5	Otimização do Sistema de Gestão de Energia	297,5	8 623	32 429	16 383	93,3	2,0%	218,6	2,0%	25 006	105 861	4,2
Total		1 159,2	33 703	39 314	19 862	284,8	6,0%	640,3	6,0%	53 563	1 215 255	22,7

Nota:

Consumo total de energia no ano de referência da auditoria - 2023

Consumo de energia considerando 50% da energia proveniente da UPAC - 2023

Emissões no ano de referência da auditoria - 2023

4 714,5 tep
4 606,7 tep
10 687,3 tCO₂

Redução prevista *

284,8 tep
640,3 tCO₂

6,2%
6,0%

* percentagem determinada considerando apenas 50% da energia proveniente da UPAC

A implementação das medidas indicadas acima contribuirá para a redução dos indicadores energéticos, conforme indicado na tabela seguinte, onde se apresentam os indicadores atuais, as metas legais estipuladas para o final do PREn e os indicadores previstos com a implementação das medidas. Salieta-se que, conforme indicado no SGCIE, se consideram os mesmos valores das produções e VAB ao longo de todo o PREn.

Tabela 4 - Indicadores energéticos atuais e previsto no final do PREn

Produtos	Consumo de energia (tep)	Intensidade Energética ¹ (kgep/€)	Consumo Específico ¹ (kgep/t)		Intensidade Carbónica (tCO ₂ /tep)	
	Global	Global	Extrusão	Acabamento e Revestimento	Extrusão	Acabamento e Revestimento
Ano de referência (2023)	4 714,5	0,183	103,436	538,453	2,26	2,28
Meta do SGCIE (6%)	-	0,172	97,230	506,145	2,26	2,28
Redução com implementação das medidas	284,8	0,011	8,399	18,983	0,18	0,09
Objetivo no final do PREn	4 429,7	0,172	95,037	519,469	2,26	2,28
Redução prevista (%)	-6,0%	-6,2%	-8,1%	-3,5%	0,1%	-0,1%

¹ Considerando apenas 50% da energia proveniente de fontes renováveis ou endógenas

1. INTRODUÇÃO

Por solicitação da empresa **Navarra – Extrusão Alumínio, S.A.**, situada em Veiga das Antas, Braga, e a fim de dar cumprimento ao disposto nos Decretos-Lei 68-A/2015, de 30 abril e 71/2008, de 15 de abril, e o despacho n.º 17449/2008, de 27 de junho, alterado pelo Despacho (extrato) n.º 6472/2016, de 17 de maio, e o Despacho n.º 17313/2008, de 26 de junho, da Direção – Geral de Energia e Geologia, procedeu a **A. Ramalhão – Consultoria, Gestão e Serviços, Lda.** ao exame das condições de utilização de energia nas suas instalações industriais, relativamente ao ano de 2023.

É de salientar que o presente relatório e plano de racionalização correspondem ao terceiro plano de racionalização, o qual terá como ano de referência o ano de 2023.

2. DADOS GERAIS DA EMPRESA

Na tabela seguinte apresentam-se os dados gerais da empresa, sendo a mesma identificada na imagem aérea da figura seguinte.

Tabela 5 - Dados gerais da empresa

Empresa	Navarra - Extrusão de alumínio, S.A.		
CAE Principal	24420*		
Sector de Atividade	Obtenção e primeira transformação de alumínio		
Nº OP SGCIE	OP168		
Localização	Veiga das Antas, Navarra Apartado 2476 4701-971 Braga		
Regime de funcionamento	Setor Fabril	Extrusão	Regime contínuo, durante 8 meses
			Regime contínuo, 6 dias/ semana, durante 4 meses
		Anodização e embalagem	3 turnos, 5 dias/ semana
		Lacagem Horizontal	1 turnos, 5 dias/ semana
		Lacagem Vertical	3 turnos, 5 dias/ semana
		Zonas Técnicas	2 turnos, 5 dias/ semana
	Setor Administrativo	1 turno , 5 dias/semana	

*segundo a Classificação Portuguesa das Actividades Económicas - Revisão 3 (CAE - Rev. 3)

3. UTILIZAÇÃO DE ENERGIA

A **Navarra** tem como principal atividade industrial o fabrico de perfis de alumínio extrudidos, anodizados e termolacados. A instalação encontra-se dividida em várias secções. De acordo com o tipo de perfis (extrudidos, anodizados e termolacados), assim são as secções pelas quais as matérias-primas e respetivos produtos em curso passam.

A **Navarra** utiliza como fontes de energia, a energia elétrica, o gás natural, gasóleo e gasolina. A empresa é abastecida a partir de uma alimentação elétrica em Média Tensão, sendo esta energia utilizada para iluminação, arrefecimento, aquecimento e como força motriz para acionamento dos diversos equipamentos do processo produtivo. O gás natural é consumido na central térmica (para produção de vapor) e nos queimadores dos fornos e estufas. O gasóleo e a gasolina são utilizados na movimentação de carga e/ou na frota automóvel.

3.1 Consumo de Combustíveis

3.1.1 Gás natural, gasóleo e gasolina

O gás natural é utilizado na caldeira de vapor, para produção de vapor saturado, o qual é usado no aquecimento da água da seção da anodização, lacagem vertical e horizontal e nas águas quentes sanitárias (AQS) e termoventiladores.

Relativamente ao gás natural este é, ainda, utilizado nos fornos da seção da extrusão (prensa 1 à 4) e lacagem vertical e horizontal através de queimadores.

Por fim, o gasóleo e a gasolina são utilizados na movimentação de cargas (empilhadores) e frota automóvel.

Na tabela seguinte indicam-se os valores globais referentes aos consumos e custos mensais de gás natural, gasóleo e gasolina, durante o ano de 2023.

NOTA: CUI gás natural – PT1601000000539165JC

Tabela 6 - Consumos e custos dos combustíveis (2023)

	Gás Natural			Gasóleo			Gasolina		
	Nm ³	€	€/Nm ³	L	€	€/L	L	€	€/L
jan-23	142 348	111 327	0,78	6 964	8 937	1,28	563	751	1,33
fev-23	139 517	96 239	0,69	6 792	8 297	1,22	529	695	1,31
mar-23	178 399	72 105	0,40	8 194	9 766	1,19	784	1 035	1,32
abr-23	132 026	49 222	0,37	4 819	5 640	1,17	764	1 023	1,34
mai-23	159 241	59 416	0,37	8 648	9 645	1,12	1 152	1 511	1,31
jun-23	148 203	64 799	0,44	6 961	8 019	1,15	1 350	1 808	1,34
jul-23	157 148	68 946	0,44	6 868	8 194	1,19	1 073	1 458	1,36
ago-23	69 344	33 493	0,48	3 885	5 120	1,32	1 107	1 623	1,47
set-23	150 310	77 007	0,51	7 118	9 861	1,39	1 048	1 562	1,49
out-23	136 518	81 260	0,60	7 369	10 026	1,36	837	1 191	1,42
nov-23	138 614	75 490	0,54	7 078	9 210	1,30	1 227	1 684	1,37
dez-23	69 759	29 857	0,43	2 674	3 369	1,26	905	1 186	1,31
TOTAL	1 621 427	819 161	-	77 370	96 084	-	11 341	15 528	-
MÉDIA	135 119	68 263	0,51	6 448	8 007	1,24	945	1 294	1,37

3.2 Energia Elétrica

O fornecimento de energia elétrica é feito a partir de uma rede em média tensão, de 15 kV, sendo a receção efetuada em dois postos de transformação privativo (PT), cada um com uma contagem de energia independente.

NOTA: CPEs – PT0002000069867295VZ e PT0002000069867307HA

3.2.1 Extrusão

Na tabela seguinte, indica-se os valores relativos ao custo mensal verificado durante o ano de 2023 (ano de referência da auditoria). Apresentam-se ainda, os consumos segundo os diferentes períodos horários, bem como a potência de horas de ponta, a potência contratada e a energia reativa fornecida durante as horas de vazio e consumida nas horas fora de vazio.

No gráfico seguinte apresenta-se as repartições do consumo mensal de energia ativa segundo os diferentes períodos horários (horas de ponta, horas cheias, horas de vazio e de super-vazio).

Tabela 7 - Consumo e custo de energia elétrica - Extrusão

	ENERGIA ATIVA (kWh)					POTÊNCIA (kW)		ENERGIA REATIVA (kVarh)				CUSTO	
	TOTAL	HP	HC	HV	HSV	HP	CONT.	F.HV	C.FHV			(€)	(€/MWh)
									(1ª Esc.)	(2ª Esc.)	(3ª Esc.)		
jan-23	833 769	172 389	394 403	141 465	125 512	1 567	2 432	192	0	0	0	9 011	10,81
fev-23	764 616	169 300	344 699	122 960	127 657	1 693	2 432	226	0	0	0	10 726	14,03
mar-23	967 764	181 889	444 784	169 404	171 687	1 732	2 432	198	584	0	0	10 774	11,13
abr-23	733 027	65 867	373 955	159 358	133 847	1 220	2 432	73	125	125	91	8 089	11,03
mai-23	924 467	85 821	482 258	185 288	171 100	1 300	2 432	59	100	0	0	7 757	8,39
jun-23	874 182	79 961	447 251	186 066	160 904	1 269	2 432	49	13 155	8 287	0	7 876	9,01
jul-23	892 302	81 040	467 123	179 299	164 840	1 286	2 432	43	9 153	6 027	2 047	42 513	47,64
ago-23	414 892	34 585	214 930	84 622	80 755	524	2 432	30	1 105	801	1 181	20 637	49,74
set-23	867 657	76 965	446 833	183 835	160 024	1 222	2 432	115	223	0	0	39 542	45,57
out-23	817 039	89 707	418 484	172 255	136 593	1 339	2 432	191	249	73	0	40 359	49,40
nov-23	869 259	164 271	373 735	185 921	145 332	1 564	2 432	488	70	0	0	43 303	49,82
dez-23	472 904	75 537	176 800	138 729	81 838	839	2 432	209	618	306	74	24 855	52,56
Total	9 431 878	1 277 332	4 585 255	1 909 202	1 660 089	-	-	1 873	25 381	15 619	3 392	265 442	-
Média	785 990	106 444	382 105	159 100	138 341	1 296	2 432	156	2 115	1 302	283	22 120	28,14
Repart.	100%	13,5%	48,6%	20,2%	17,6%	-	-	100%	57,2%	35,2%	7,6%	-	-

HP: Horas de ponta

HV: horas de vazio

HSV: horas de super vazio

HC: Horas Cheias

CONT.: contratada

HP: Potência em horas de ponta

F.HV: Energia reativa fornecida em vazio

C.FHV: Energia reativa consumida nas horas fora de vazio

Da análise da tabela podem-se salientar os seguintes aspetos referentes ao consumo/custo global de energia elétrica da Navarra:

- O consumo de energia elétrica rondou os 9,43 GWh. A faturação correspondente foi de cerca de 265 442€, obtendo-se assim um o preço médio de energia elétrica de 28,14 €/MWh;
- A repartição do consumo anual de energia ativa, segundo os diferentes períodos horários, foi de 14% nas horas de ponta, 49% nas horas cheias, 20% nas horas de vazio e 18% nas horas de super vazio.

No gráfico seguinte apresenta-se a repartição do consumo mensal de energia ativa segundo os diferentes períodos horários (horas de ponta, horas cheias, horas de vazio e de super vazio).

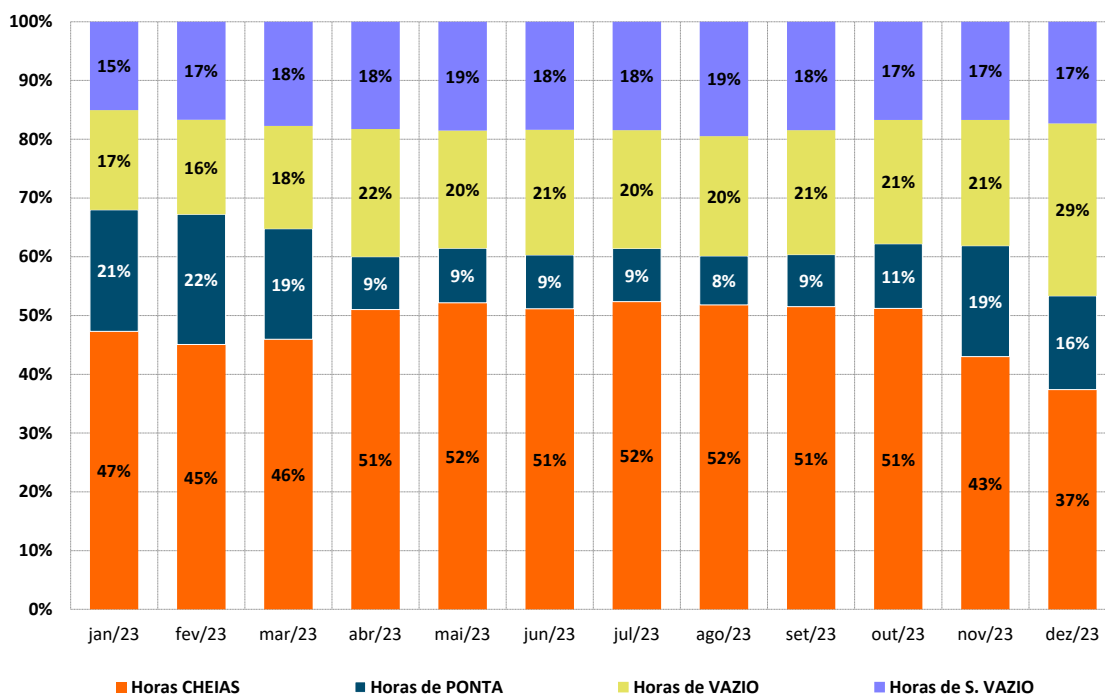


Gráfico 2 - Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários - Extrusão

3.2.2 Anodização

Na tabela seguinte, indica-se os valores relativos ao custo mensal verificado durante o ano de 2023. Apresentam-se ainda, os consumos segundo os diferentes períodos horários, bem como a potência de horas de ponta, a potência contratada e a energia reativa fornecida durante as horas de vazio e consumida nas horas fora de vazio.

No gráfico seguinte apresenta-se as repartições do consumo mensal de energia ativa segundo os diferentes períodos horários (horas de ponta, horas cheias, horas de vazio e de super-vazio).

Tabela 8 - Consumo e custo de energia elétrica - Anodização

	ENERGIA ATIVA (kWh)					POTÊNCIA (kW)		ENERGIA REATIVA (kVarh)				CUSTO	
	TOTAL	HP	HC	HV	HSV	HP	CONT.	F.HV	C.FHV			(€)	(€/MWh)
									(1ª Esc.)	(2ª Esc.)	(3ª Esc.)		
jan-23	400 871	80 915	208 350	54 801	56 805	736	1 349	12	130	83	47	4 350	10,85
fev-23	361 266	71 799	185 053	51 011	53 403	718	1 349	9	199	119	80	4 749	13,15
mar-23	447 546	81 165	230 326	69 396	66 659	773	1 349	7	88	87	53	5 057	11,30
abr-23	349 671	43 643	190 385	61 387	54 256	808	1 349	6	185	174	110	5 656	16,18
mai-23	432 292	51 309	240 268	71 133	69 582	777	1 349	0	107	73	44	5 147	11,91
jun-23	428 644	53 443	239 951	66 490	68 760	848	1 349	5	62	61	145	5 685	13,26
jul-23	453 449	54 628	248 112	76 960	73 749	867	1 349	0	185	97	327	23 319	51,43
ago-23	163 668	21 182	92 996	24 805	24 685	321	1 349	0	714	714	2 754	9 483	57,94
set-23	434 555	55 486	242 359	67 564	69 146	881	1 349	8	149	136	108	21 890	50,37
out-23	361 736	50 435	205 482	55 076	50 743	753	1 298	16	128	91	47	19 463	53,81
nov-23	405 519	78 787	198 226	67 301	61 205	750	1 273	12	61	61	27	20 542	50,66
dez-23	199 343	36 920	98 412	35 231	28 780	410	1 273	0	553	330	42	11 291	56,64
Total	4 438 560	679 712	2 379 920	701 155	677 773	-	-	75	2 561	2 026	3 783	136 632	-
Média	369 880	56 643	198 327	58 430	56 481	720	1 332	6	213	169	315	11 386	30,78
Repart.	100%	15,3%	53,6%	15,8%	15,3%	-	-	100%	30,6%	24,2%	45,2%	-	-

HP: Horas de ponta

HC: Horas Cheias

F.HV: Energia reativa fornecida em vazio

HV: horas de vazio

CONT.: contratada

C.FHV: Energia reativa consumida nas horas fora de vazio

HSV: horas de super vazio

HP: Potência em horas de ponta

Da análise da tabela podem-se salientar os seguintes aspetos referentes ao consumo/faturação global de energia elétrica da Navarra:

- O consumo de energia elétrica rondou os 4,38 GWh. A faturação correspondente foi de cerca de 136 632€, obtendo-se assim um o preço médio de energia elétrica de 30,78 €/MWh;
- A repartição do consumo anual de energia ativa, segundo os diferentes períodos horários, foi de 15% nas horas de ponta, 54% nas horas cheias, 16% nas horas de vazio e 15% nas horas de super vazio.

No gráfico seguinte apresenta-se a repartição do consumo mensal de energia ativa segundo os diferentes períodos horários (horas de ponta, horas cheias, horas de vazio e de super vazio).

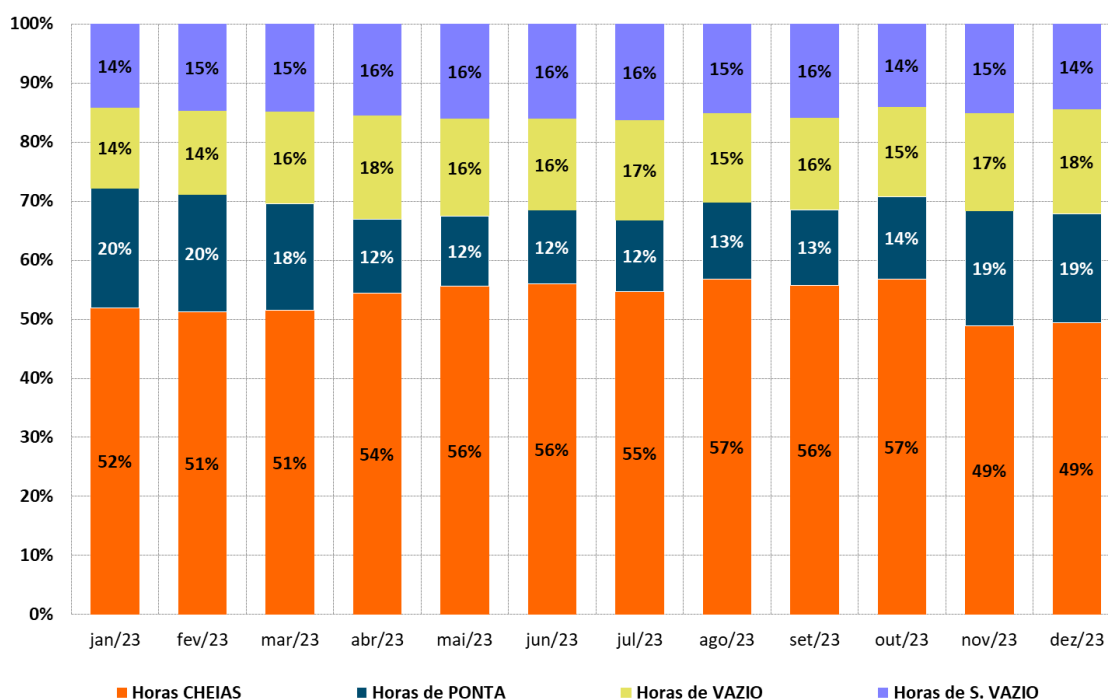


Gráfico 3 - Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários – Anodização

3.2.3 Energia Elétrica Total

Na tabela seguinte, indica-se os valores relativos ao custo mensal verificado durante o ano de 2023. Apresentam-se ainda, os consumos segundo os diferentes períodos horários, bem como a potência de horas de ponta, a potência contratada e a energia reativa fornecida durante as horas de vazio e consumida nas horas fora de vazio.

No gráfico seguinte apresenta-se as repartições do consumo mensal de energia ativa segundo os diferentes períodos horários (horas de ponta, horas cheias, horas de vazio e de super-vazio).

Tabela 9 - Consumo e custo de energia elétrica - Total

	ENERGIA ATIVA (kWh)					POTÊNCIA (kW)		ENERGIA REATIVA (kVarh)				CUSTO	
	TOTAL	HP	HC	HV	HSV	HP	CONT.	F.HV	C.FHV			(€)	(€/MWh)
									(1ª Esc.)	(2ª Esc.)	(3ª Esc.)		
jan-23	1 234 640	253 304	602 753	196 266	182 317	2 303	3 781	204	130	83	47	13 361	10,82
fev-23	1 125 882	241 099	529 752	173 971	181 060	2 411	3 781	235	199	119	80	15 475	13,75
mar-23	1 415 310	263 054	675 110	238 800	238 346	2 505	3 781	205	671	87	53	15 831	11,19
abr-23	1 082 698	109 510	564 340	220 745	188 103	2 028	3 781	79	310	300	201	13 745	12,69
mai-23	1 356 759	137 130	722 526	256 421	240 682	2 078	3 781	59	208	73	44	12 904	9,51
jun-23	1 302 826	133 404	687 202	252 556	229 664	2 118	3 781	54	13 217	8 347	145	13 560	10,41
jul-23	1 345 751	135 668	715 235	256 259	238 589	2 153	3 781	43	9 338	6 124	2 374	65 832	48,92
ago-23	578 560	55 767	307 926	109 427	105 440	845	3 781	30	1 819	1 515	3 934	30 120	52,06
set-23	1 302 212	132 451	689 192	251 399	229 170	2 102	3 781	123	372	136	108	61 432	47,18
out-23	1 178 775	140 142	623 966	227 331	187 336	2 092	3 730	207	376	164	47	59 822	50,75
nov-23	1 274 778	243 058	571 961	253 222	206 537	2 315	3 705	500	131	61	27	63 845	50,08
dez-23	672 247	112 457	275 212	173 960	110 618	1 250	3 705	209	1 171	636	116	36 145	53,77
Total	13 870 438	1 957 044	6 965 175	2 610 357	2 337 862	-	-	1 948	27 942	17 645	7 175	402 074	-
Média	1 155 870	163 087	580 431	217 530	194 822	2 017	3 764	162	2 328	1 470	598	33 506	28,99
Repart.	100%	14,1%	50,2%	18,8%	16,9%	-	-	100%	53,0%	33,4%	13,6%	-	-

Da análise da tabela podem-se salientar os seguintes aspetos referentes ao consumo/faturação global de energia elétrica da Navarra:

- O consumo de energia elétrica rondou os 13,87 GWh. A faturação correspondente foi de cerca de 402 074€, obtendo-se assim um o preço médio de energia elétrica de 28,99 €/MWh;
- A repartição do consumo anual de energia ativa, segundo os diferentes períodos horários, foi de 14% nas horas de ponta, 50% nas horas cheias, 19% nas horas de vazio e 17% nas horas de super vazio.

No gráfico seguinte apresenta-se a repartição do consumo mensal de energia ativa segundo os diferentes períodos horários (horas de ponta, horas cheias, horas de vazio e de super vazio).

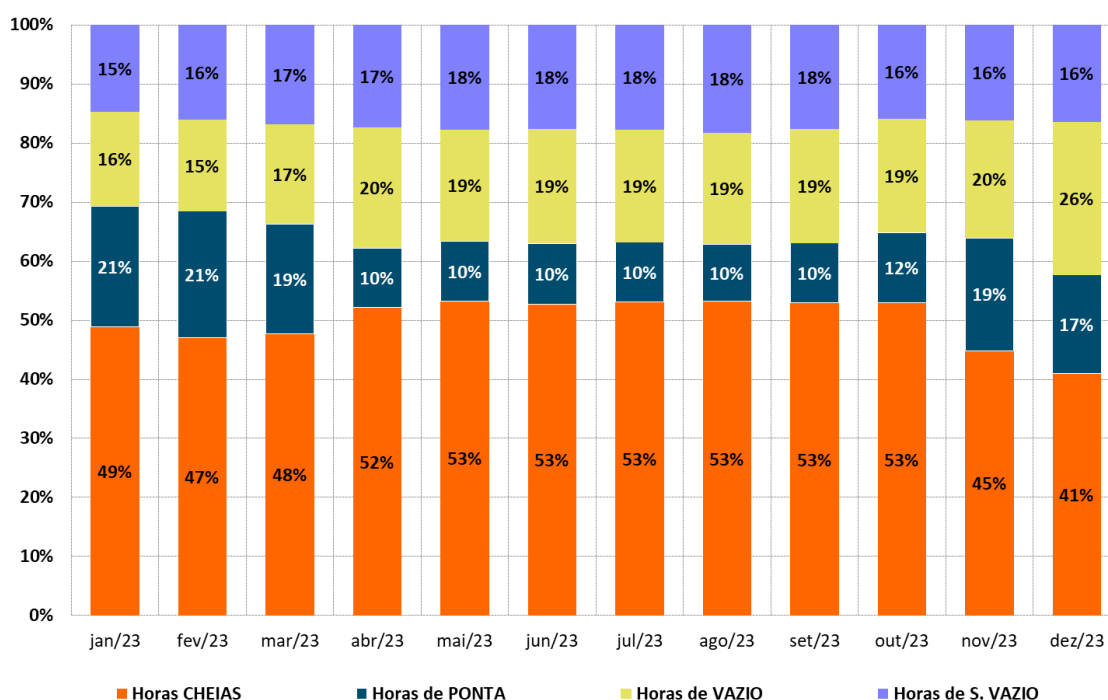


Gráfico 4 - Repartição do consumo de energia elétrica pelos períodos horários – Total

3.2.4 Energia Elétrica (UPAC)

A central fotovoltaica entrou em funcionamento em 2021, sendo constituída por 2835 módulos perfazendo um total de 964 kWp e 16 inversores, totalizando uma potência de 800 kWn.

A energia é injetada no QGBT4, sendo quase toda autoconsumida pela empresa. O remanescente é injetado na RESP.

A central fotovoltaica encontra-se instalada na cobertura da instalação.

Na tabela seguinte, indicam-se os valores relativos ao autoconsumo mensal, durante o ano de 2023 (ano de referência da auditoria).

Tabela 10 - Energia elétrica proveniente da UPAC

	UPAC		
	Produção	Autoconsumo	Venda
	kWh	kWh	kWh
jan-23	44 108	41 678	2 430
fev-23	67 605	62 165	5 440
mar-23	87 259	82 599	4 660
abr-23	121 512	103 782	17 730
mai-23	144 718	133 978	10 740
jun-23	142 644	135 944	6 700
jul-23	146 891	136 381	10 510
ago-23	127 340	82 310	45 030
set-23	103 430	99 180	4 250
out-23	63 566	61 276	2 290
nov-23	37 720	36 780	940
dez-23	35 385	27 125	8 260
Total	1 122 178	1 003 198	118 980
Média	93 515	83 600	9 915

Analisando a tabela anterior, verifica-se que o autoconsumo apresentou um valor anual de 1 003,2 MWh, representando 6,7% da energia elétrica total consumida.

3.3 Características das Fontes de Energia

Na tabela seguinte, são apresentados os valores de conversão de unidades das fontes de energia, o fator de emissão de CO₂ associado ao consumo das mesmas e o respetivo custo unitário médio verificado durante o ano de referência desta Auditoria Energética (2023).

Tabela 11 - Características das fontes de energia (2023)

	ENERGIA ELÉTRICA	Gás Natural	Gasóleo	Gasolina
CONVERSÃO DE UNIDADES	0,215 tep/MWh	0,905 tep/1000 Nm3	0,853 tep/10 ³ L 1,022 tep/t	0,765 tep/10 ³ L 1,063 tep/t
FACTORES DE EMISSÃO	0,47 kgCO ₂ e/kWh 2 186,0 kgCO ₂ e/tep	2 683,7 kgCO ₂ e/tep	3 098,2 kgCO ₂ e/tep	2 897,3 kgCO ₂ e/tep
PREÇO 2023	28,99 €/MWh 134,8 €/tep	0,51 €/Nm3 558,2 €/tep	1,24 €/L 1 455,3 €/tep	1,37 €/L 1 789,0 €/tep

Convertendo as tarifas das fontes de energia faturadas à mesma unidade, €/tep, verifica-se que a gasolina tem o custo unitário mais elevado. Relativamente aos fatores de emissão verifica-se que o valor mais baixo corresponde à energia elétrica.

3.4 Consumo Total de Energia

Na tabela seguinte, apresentam-se os valores dos consumos e custos energéticos totais verificados ao longo do ano de 2023.

Tabela 12 - Consumos e custos energéticos globais

	Energia Elétrica Aquirida		Energia Elétrica - UPAC (Autoconsumo)	Energia Elétrica - UPAC (Injeção)		Gás Natural		Gasóleo		Gasolina		TOTAL (€)
	MWh	€		MWh	€	Nm3	€	L	€	L	€	
jan-23	1 234,6	13 361	41,7	-2,4	220,0	142 348,0	111 327	6 964	8 937	563	751	134 596
fev-23	1 125,9	15 475	62,2	-5,4	220,0	139 517,0	96 239	6 792	8 297	529	695	120 926
mar-23	1 415,3	15 831	82,6	-4,7	220,0	178 399,0	72 105	8 194	9 766	784	1 035	98 958
abr-23	1 082,7	13 745	103,8	-17,7	351,6	132 026,0	49 222	4 819	5 640	764	1 023	69 982
mai-23	1 356,8	12 904	134,0	-10,7	351,6	159 241,0	59 416	8 648	9 645	1 152	1 511	83 827
jun-23	1 302,8	13 560	135,9	-6,7	351,6	148 203,0	64 799	6 961	8 019	1 350	1 808	88 538
jul-23	1 345,8	65 832	136,4	-10,5	1 348,5	157 148,0	68 946	6 868	8 194	1 073	1 458	145 779
ago-23	578,6	30 120	82,3	-45,0	1 348,5	69 344,0	33 493	3 885	5 120	1 107	1 623	71 705
set-23	1 302,2	61 432	99,2	-4,3	1 348,5	150 310,0	77 007	7 118	9 861	1 048	1 562	151 211
out-23	1 178,8	59 822	61,3	-2,3	166,2	136 518,0	81 260	7 369	10 026	837	1 191	152 466
nov-23	1 274,8	63 845	36,8	-0,9	166,2	138 614,0	75 490	7 078	9 210	1 227	1 684	150 396
dez-23	672,2	36 145	27,1	-8,3	166,2	69 759,0	29 857	2 674	3 369	905	1 186	70 724
TOTAL	13 870,4	402 074	1 003,2	-119,0	6 259,1	1 621 427,0	819 161	77 370	96 084	11 341	15 528	1 339 106
REP.	-	30,0%	-	-	-	-	61,2%	-	7,2%	-	1,2%	100%
MÉDIA	1 155,9	33 506	83,6	-9,9	521,6	135 118,9	68 263	6 448	8 007	945	1 294	111 592

Apresenta-se, de seguida, uma tabela com os consumos de energia expressos em toneladas equivalente de petróleo (tep) e um gráfico com a evolução mensal do consumo de energia, ao longo do ano de 2023.

Tabela 13 - Consumos energéticos globais expressos em tep

	Energia Elétrica Aquirida	Energia Elétrica - UPAC (Autoconsumo)	Energia Elétrica - UPAC (Injeção)	Gás Natural	Gasóleo	Gasolina	TOTAL
	tep	tep	tep	tep	tep	tep	tep
jan-23	265,4	9,0	-0,5	128,8	5,9	0,4	409,1
fev-23	242,1	13,4	-1,2	126,3	5,8	0,4	386,7
mar-23	304,3	17,8	-1,0	161,5	7,0	0,6	490,1
abr-23	232,8	22,3	-3,8	119,5	4,1	0,6	375,5
mai-23	291,7	28,8	-2,3	144,1	7,4	0,9	470,6
jun-23	280,1	29,2	-1,4	134,1	5,9	1,0	449,0
jul-23	289,3	29,3	-2,3	142,2	5,9	0,8	465,3
ago-23	124,4	17,7	-9,7	62,8	3,3	0,8	199,3
set-23	280,0	21,3	-0,9	136,0	6,1	0,8	443,3
out-23	253,4	13,2	-0,5	123,6	6,3	0,6	396,6
nov-23	274,1	7,9	-0,2	125,5	6,0	0,9	414,2
dez-23	144,5	5,8	-1,8	63,1	2,3	0,7	214,7
TOTAL	2 982,1	215,7	-25,6	1 467,57	66,03	8,68	4 714,5
REP.	63,3%	4,6%	-0,5%	31,1%	1,4%	0,2%	100%
MÉDIA	248,5	18,0	-2,1	122,3	5,5	0,7	392,9

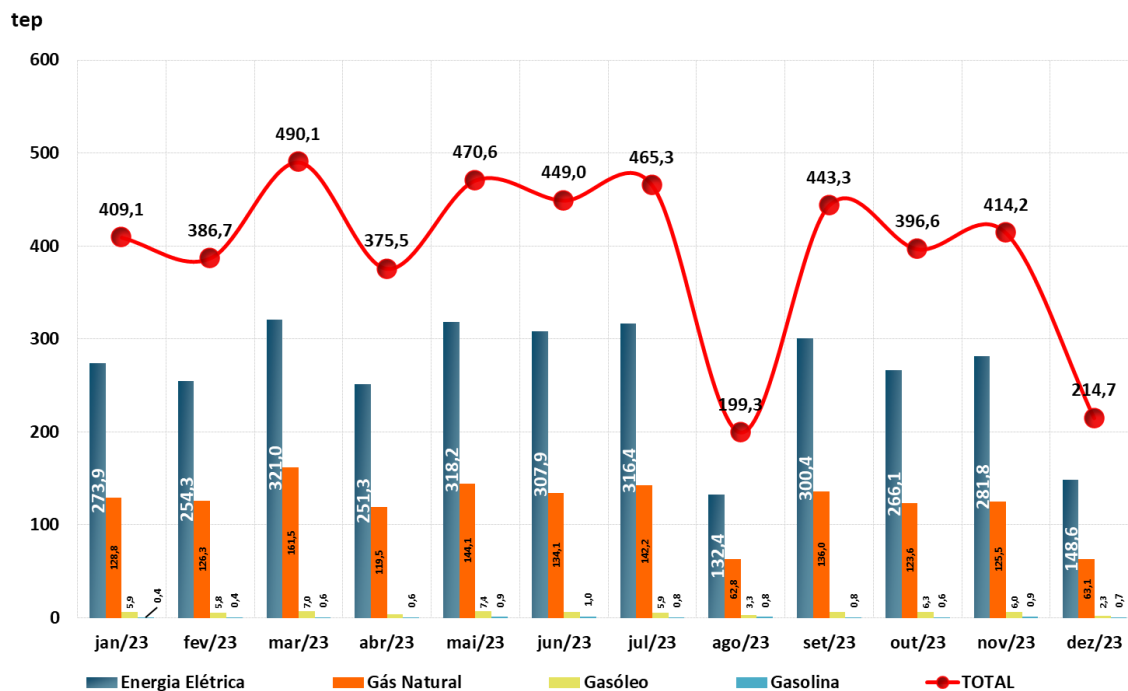


Gráfico 5 - Evolução do consumo de energia global

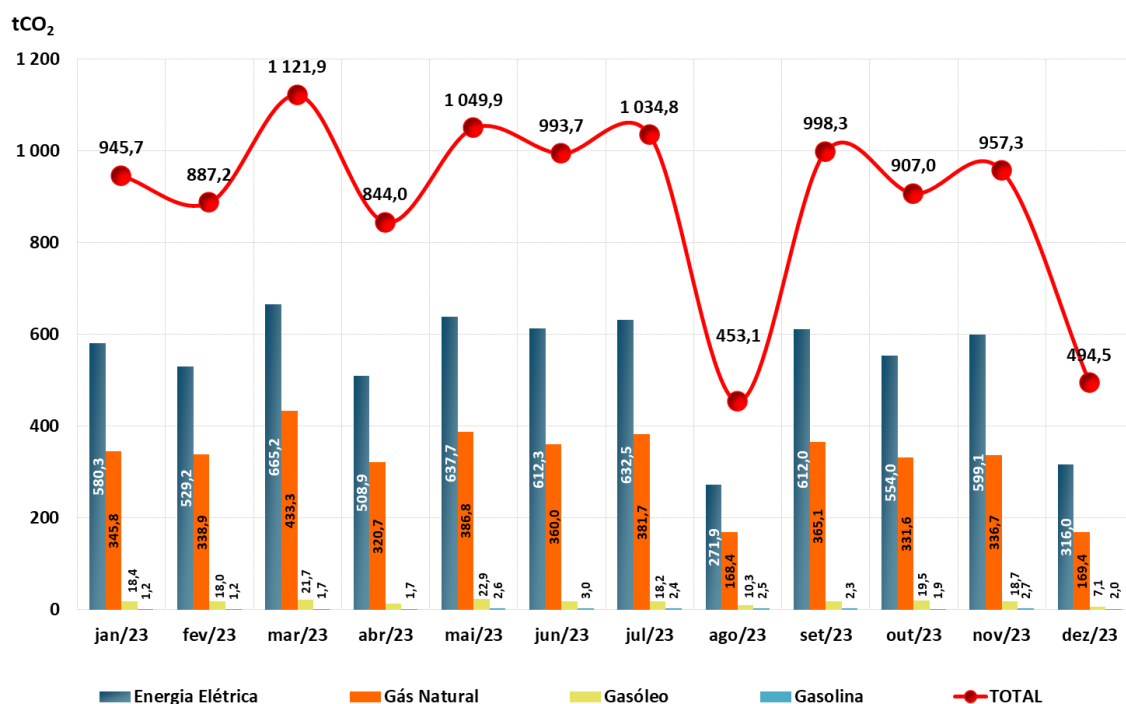
Atendendo ao gráfico apresentado verifica-se que o consumo de energia na instalação foi variável ao longo do ano de 2023, tendo-se registado o valor mais baixo em agosto, devido à paragem anual de férias e o valor mais elevado no mês de março.

3.5 Emissões de Gases com Efeito de Estufa

Na tabela seguinte, apresentam-se os valores das emissões de gases, com efeito de estufa (referidos a toneladas de CO₂), associados ao consumo de cada uma das fontes de energia. Apresenta-se ainda, um gráfico onde se ilustra a evolução mensal das emissões de CO₂ ao longo do ano de 2023.

Tabela 14 - Emissões de gases com efeito de estufa, em tCO₂

	Energia Elétrica Aquirida	Energia Elétrica - UPAC (Autoconsumo)	Energia Elétrica - UPAC (Injeção)	Gás Natural	Gasóleo	Gasolina	TOTAL
	tCO ₂	tCO ₂	tCO ₂	tCO ₂	tCO ₂	tCO ₂	tCO ₂
jan-23	580,3	0,0	0,0	345,8	18,4	1,2	945,7
fev-23	529,2	0,0	0,0	338,9	18,0	1,2	887,2
mar-23	665,2	0,0	0,0	433,3	21,7	1,7	1 121,9
abr-23	508,9	0,0	0,0	320,7	12,7	1,7	844,0
mai-23	637,7	0,0	0,0	386,8	22,9	2,6	1 049,9
jun-23	612,3	0,0	0,0	360,0	18,4	3,0	993,7
jul-23	632,5	0,0	0,0	381,7	18,2	2,4	1 034,8
ago-23	271,9	0,0	0,0	168,4	10,3	2,5	453,1
set-23	612,0	0,0	0,0	365,1	18,8	2,3	998,3
out-23	554,0	0,0	0,0	331,6	19,5	1,9	907,0
nov-23	599,1	0,0	0,0	336,7	18,7	2,7	957,3
dez-23	316,0	0,0	0,0	169,4	7,1	2,0	494,5
TOTAL	6 519,1	0,0	0,0	3 938,5	204,6	25,1	10 687,3
REP.	61,0%	0,0%	0,0%	36,9%	1,9%	0,2%	100%
MÉDIA	543,3	0,0	0,0	328,2	17,0	2,1	890,6


Gráfico 6 - Evolução das emissões de gases com efeito de estufa

Atendendo ao gráfico apresentado, verifica-se que as emissões de gases com efeito de estufa apresentaram alguma variabilidade ao longo do ano de 2023. À semelhança do consumo de energia, o mês com menos emissões foi o mês de agosto.

4. DIAGRAMAS DO PROCESSO PRODUTIVO

A Navarra como principal atividade industrial o fabrico de perfis de alumínio extrudidos, anodizados e termolacados. O alumínio, sob a forma de biletas, é a principal matéria-prima consumida no processo produtivo.

Existem duas grandes fases pelas quais os vários produtos passam:

- Transformação (extrusão);
- Acabamento (anodização, termolacagem e rutura térmica).

Refira-se que, em função do produto final, os biletas de alumínio podem passar por um ou por vários processos.

Na figura seguinte, apresenta-se, esquematicamente o diagrama de processo simplificado indicando as principais fases operacionais desta indústria.

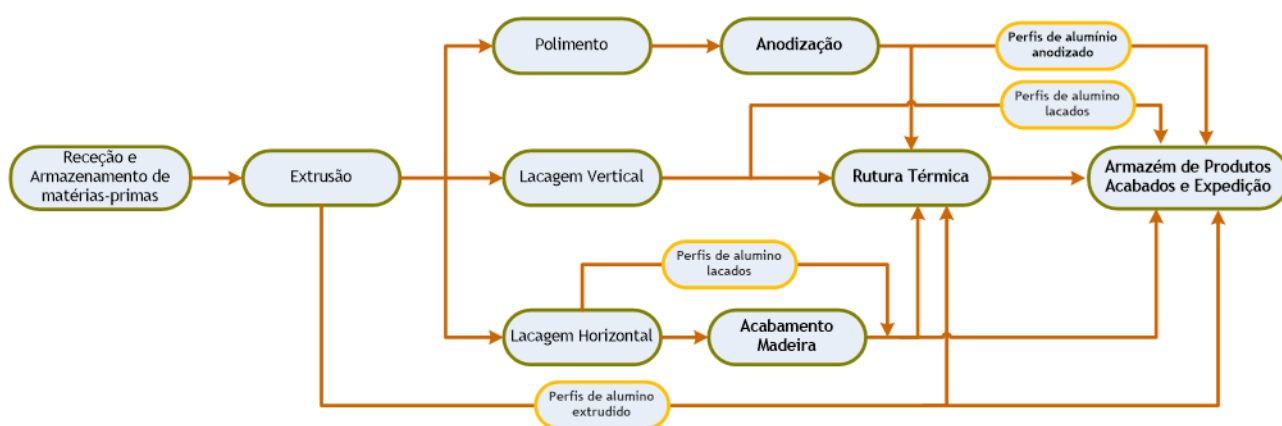


Figura 1 - Diagrama simplificado do processo produtivo

A instalação encontra-se dividida em várias seções. De acordo com o tipo de perfis (extrudidos, anodizados e termolacados), assim são as seções pelas quais as matérias-primas e respetivos produtos em curso passam.

5. PRODUÇÕES

Na tabela seguinte apresentam-se os valores das produções mensais por setor durante o ano de referência da auditoria energética (2023). No âmbito da presente auditoria energética, foram considerados dois produtos, extrusão e acabamento e revestimento, expressos em kg e m², respetivamente.

Tabela 15 - Evolução mensal da produção (2023)

	Extrusão (kg)	Acabamento e Revestimento (m ²)
jan-23	2 121 538	324 497
fev-23	2 080 823	309 458
mar-23	2 782 952	413 188
abr-23	2 107 426	308 632
mai-23	2 859 045	355 022
jun-23	2 560 321	329 332
jul-23	2 578 593	356 781
ago-23	1 097 833	157 296
set-23	2 363 111	365 311
out-23	2 054 333	295 895
nov-23	2 084 817	272 996
dez-23	1 061 109	120 079
TOTAL	25 751 901	3 608 487
MÉDIA	2 145 992	300 707

6. DESAGREGAÇÃO DOS CONSUMOS DE ENERGIA

Apresenta-se de seguida repartição do consumo energético pelos principais setores produtivos e serviços auxiliares, por fonte de energia utilizada.

A desagregação dos consumos foi realizada, com base nos contadores internos existentes, nomeadamente de energia elétrica e gás natural e levantamentos realizados durante os trabalhos de campo (medições elétricas e levantamentos de iluminação).

SETOR PRODUTIVO

- **Extrusão:** consumo elétrico das quatro extrusoras e consumo de gás natural dos queimadores dos fornos dos billetes e maturação;
- **Lacagem Vertical:** consumo elétrico dos equipamentos associados à lacagem vertical e consumo de gás natural no forno de polimerização e estufa de secagem;
- **Lacagem Horizontal e Acabamento de Madeira:** consumo elétrico dos equipamentos associados à lacagem horizontal e acabamento de madeira e consumo de gás natural no forno de polimerização e estufa de secagem;
- **Polimento e Anodização:** consumo total dos equipamentos associados ao polimento e anodização;
- **Rutura Térmica e Mecanização:** consumo total dos equipamentos associados à mecanização e corte;

SERVIÇOS AUXILIARES

- **Produção de Ar Comprimido**: consumo de energia elétrica dos equipamentos associados à produção de ar comprimido;
- **Produção de água Refrigerada**: consumo dos equipamentos existentes na central de água refrigerada nomeadamente, bombas de circulação e chillers;
- **Produção de Energia térmica**: consumo dos equipamentos existentes na central térmica (gás natural);
- **Iluminação – Interior e Exterior**: consumos de energia elétrica associada à iluminação interior e exterior;
- **Movimentação de Cargas e Frota**: consumos de gasóleo associado aos empilhadores e veículos que constituem a frota automóvel;
- **Zona Administrativa**: consumos de energia elétrica relativa à zona administrativa (climatização e equipamentos).

Na tabela seguinte, apresentam-se os valores do consumo e da repartição de energia pelos diferentes setores.

Tabela 16 - Repartição do consumo global de energia (2023)

	ENERGIA ELÉTRICA			GÁS NATURAL			GASÓLEO			GASOLINA			TOTAL	
	MWh/ano	tep/ano	%	Nm³/ano	tep/ano	%	L/ano	tep/ano	%	L/ano	tep/ano	%	tep/ano	%
Sector Produtivo	12 583,5	2 683,8	84,6%	1 295 181	1 172,3	79,9%	0	0,0	0,0%	0,0	0,0	0,0%	3 856,1	81,8%
Extrusão	7 759,8	1 655,0	52,2%	890 612	806,1	54,9%	-	-	-	-	-	-	2 461,1	52,2%
Tratamento e Revestimento	4 823,7	1 028,8	32,4%	404 569	366,2	25,0%	-	-	-	-	-	-	1 395,0	29,6%
Serviços Auxiliares	2 287,6	488,4	15,4%	326 246	295,3	20,1%	77 370	66,0	100,0%	11 341	8,7	100,0%	858,4	18,2%
Produção de Ar Comprimido	1 274,5	271,8	8,6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	271,8	5,8%
Produção de Energia térmica	14,7	3,1	0,1%	326 246	295,3	20,1%	-	-	-	-	-	-	298,4	6,3%
Produção de água refrigerada	600,8	128,1	4,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128,1	2,7%
Iluminação	309,2	66,5	2,1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66,5	1,4%
Movimentação de Cargas e Frota	-	-	-	-	-	-	77 370	66,0	100,0%	11 341	8,7	100,0%	74,7	1,6%
Zona administrativa	88,3	18,8	0,6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,8	0,4%
Total	14 871,1	3 172,3	100%	1 621 427	1 467,6	100%	77 370	66,0	100%	11 341	8,7	100%	4 714,5	100%

Como se pode verificar, o consumo global de energia em 2023 repartiu-se entre os setores produtivos e serviços auxiliares com 81,8% e 18,2%, respetivamente. Nos setores produtivos, o principal consumidor é a Extrusão, com 52,2%, seguido pelo Tratamento e Revestimento, com 29,6%. Relativamente aos serviços auxiliares, a central térmica é o maior consumidor, com 6,3% da energia, seguido da central de ar comprimido com 5,8%.

Na figura seguinte é apresentado um gráfico com a repartição do consumo total de energia (em tep).

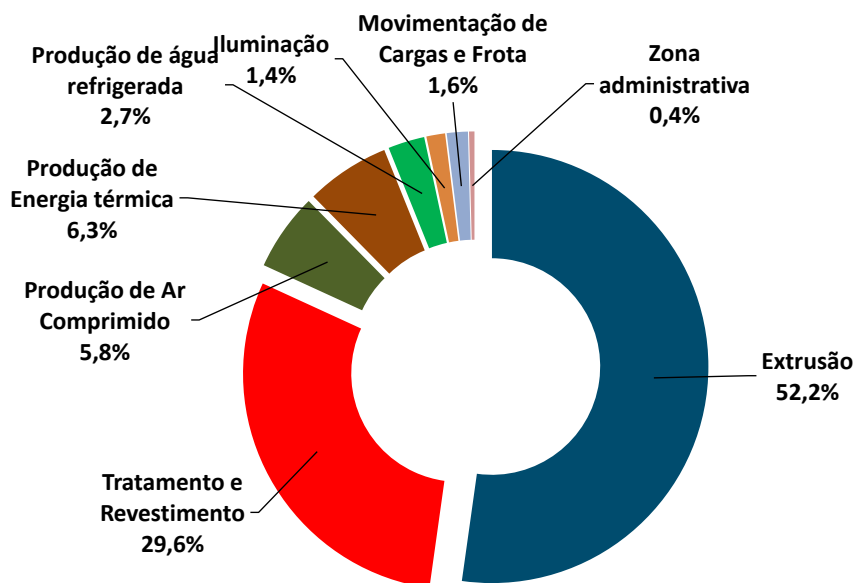


Gráfico 7 - Repartição do consumo total de energia (2023)

7. INDICADORES DE DESEMPENHO

O SGCIE define que o Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn) deve estabelecer metas relativas à Intensidade Energética, ao Consumo Específico e à Intensidade Carbónica. Estes indicadores definem-se da seguinte forma:

- **INTENSIDADE ENERGÉTICA:** quociente entre o consumo total de energia e o valor acrescentado bruto (VAB) das atividades empresariais diretamente ligadas a essas instalações industriais, considerando apenas 50% da energia proveniente de fontes renováveis ou recursos endógenos;
- **CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA:** quociente entre o consumo total de energia, considerando apenas 50% da energia proveniente de fontes renováveis ou recursos endógenos, e o volume total de produção;
- **INTENSIDADE CARBÓNICA:** quociente entre o valor das emissões de gases de efeito de estufa resultantes da utilização das várias formas de energia no processo produtivo e o respetivo consumo total de energia.

Nos pontos seguintes apresentam-se os valores mensais e anual referentes ao ano 2023, para cada um dos indicadores referidos.

7.1 Intensidade Energética

Tal como foi referido anteriormente este indicador relaciona o consumo total de energia e o valor acrescentado bruto (VAB) das atividades empresariais diretamente ligadas a essas instalações industriais. Este parâmetro (VAB) é, de acordo com o Despacho n.º 17449/2008 da DGEG, alterado pelo Despacho (extrato) n.º 6472/2016, de 17 de maio, calculado segundo a seguinte fórmula:

VAB = Vendas (SNC 71) + Prestações de Serviços (SNC 72) + Proveitos Suplementares (SNC 781) + Trabalhos para a própria empresa (SNC 74) – Custos das mercadorias vendidas e das matérias consumidas (SNC 61) – Fornecimentos e serviços externos (SNC 62) – Outros custos e perdas adicionais (SNC 688).

Na tabela seguinte apresentam-se os valores de cada uma das funções do SNC, referentes à instalação auditada, no ano 2023.

Tabela 17 - Valor acrescentado bruto (2023)

INDICAÇÃO DO SNC	VALOR (€)
Vendas (71)	113 446 616,24
Prestações de serviços (72)	
Proveitos suplementares (781)	45 527,03
Trabalhos para a própria empresa (74)	
CMVMC ⁽¹⁾ (61)	78 896 819,55
Fornecimentos e serviços externos (62)	9 222 185,11
Outros custos e perdas operacionais (688)	220 241,24
VAB	25 152 897,37

⁽¹⁾Custo das mercadorias vendidas e das matérias consumidas

Na tabela seguinte apresenta-se o valor de Intensidade Energética anual da empresa para o ano de referência (2023).

Tabela 18 - Intensidade Energética (2023)

Ano 2023	VALOR ACRESCENTADO BRUTO (VAB) (€)	ENERGIA TOTAL ¹ (kgep)	INTENSIDADE ENERGÉTICA (kgep/€)
	25 152 897,37	4 606 683	0,183

¹ Considerando apenas 50% da energia proveniente de fontes renováveis

7.2 Consumo Específico de Energia

Como já referido anteriormente, este indicador relaciona o valor da produção e o respetivo consumo total de energia, considerando apenas 50% da energia proveniente de fontes renováveis ou recursos endógenos.

Nas tabelas seguintes apresentam-se os valores dos consumos específicos de energia, mensais e anuais, expresso em quilogramas equivalentes de petróleo por tonelada para o setor da Extrusão (kgep/t) e quilogramas equivalentes de petróleo por metro quadrado para o setor do Acabamento e Revestimento (kgep/10³m²), para o ano de referência (2023).

Tabela 19 - Consumo específico de energia (2023) - Extrusão

Extrusão (t)	Energia Elétrica Adquirida (tep)	Energia Elétrica UPAC (Injeção RESP) (tep)	Energia Elétrica UPAC ¹ (tep)	Gás Natural (tep)	Gasóleo (tep)	Gasolina (tep)	EN. TOTAL (kgep)	CONSUMO ESPECÍFICO (kgep/t)
2 121,5	156,9	-0,3	2,6	70,8	3,7	0,3	233 958	110,28
2 080,8	143,1	-0,7	4,0	69,4	3,6	0,2	219 540	105,51
2 783,0	179,9	-0,6	5,2	88,7	4,3	0,4	277 912	99,86
2 107,4	137,6	-2,3	6,6	65,6	2,5	0,4	210 483	99,88
2 859,0	172,4	-1,4	8,5	79,2	4,6	0,5	263 851	92,29
2 560,3	165,6	-0,9	8,6	73,7	3,7	0,6	251 353	98,17
2 578,6	171,0	-1,3	8,7	78,1	3,6	0,5	260 619	101,07
1 097,8	73,5	-5,7	5,2	34,5	2,0	0,5	110 082	100,27
2 363,1	165,5	-0,5	6,3	74,7	3,7	0,5	250 238	105,89
2 054,3	149,8	-0,3	3,9	67,9	3,9	0,4	225 565	109,80
2 084,8	162,0	-0,1	2,3	68,9	3,7	0,6	237 454	113,90
1 061,1	85,4	-1,0	1,7	34,7	1,4	0,4	122 629	115,57
25 751,9	1 762,9	-15,1	63,8	806,1	40,7	5,4	2 663 685	103,436
2 146,0	146,9	-1,3	5,3	67,2	3,4	0,4	221 974	

(1) Contabilizado 50%

No gráfico abaixo relaciona-se o consumo energético total com a produção, analisando-se a evolução mensal durante o ano de referência para o setor da Extrusão.

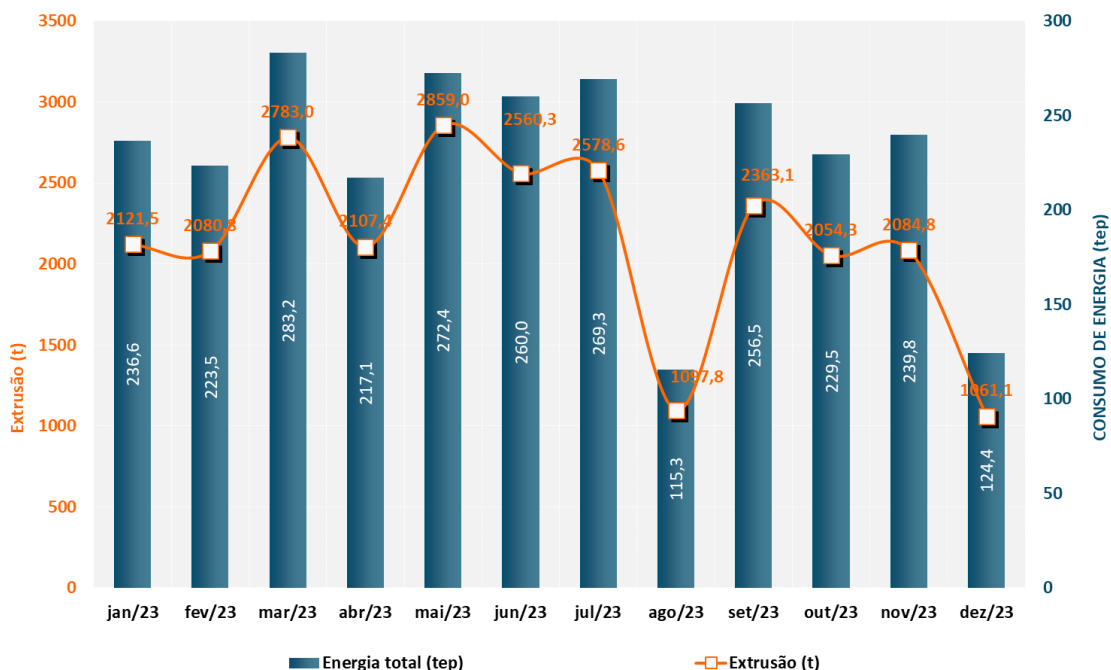


Gráfico 8 - Evolução da produção e do consumo de energia (2023) – Extrusão

No gráfico seguinte apresenta-se a correlação entre o consumo global de energia e a produção. A equação apresentada nesse gráfico, do tipo $y = mx + b$, permite efetuar uma previsão de consumo energético para um determinado valor de produção, e é tão mais fiável quanto mais próximo de 1 for o coeficiente de correlação linear r . O valor b representa o consumo existente para uma produção nula, correspondendo, portanto, ao consumo fixo da instalação.

Outra conclusão que se pode tirar de um bom coeficiente de correlação é que a empresa apresenta já um bom nível de eficiência energética. No caso em análise é igual a $r=0,978$ ($v0,956$).

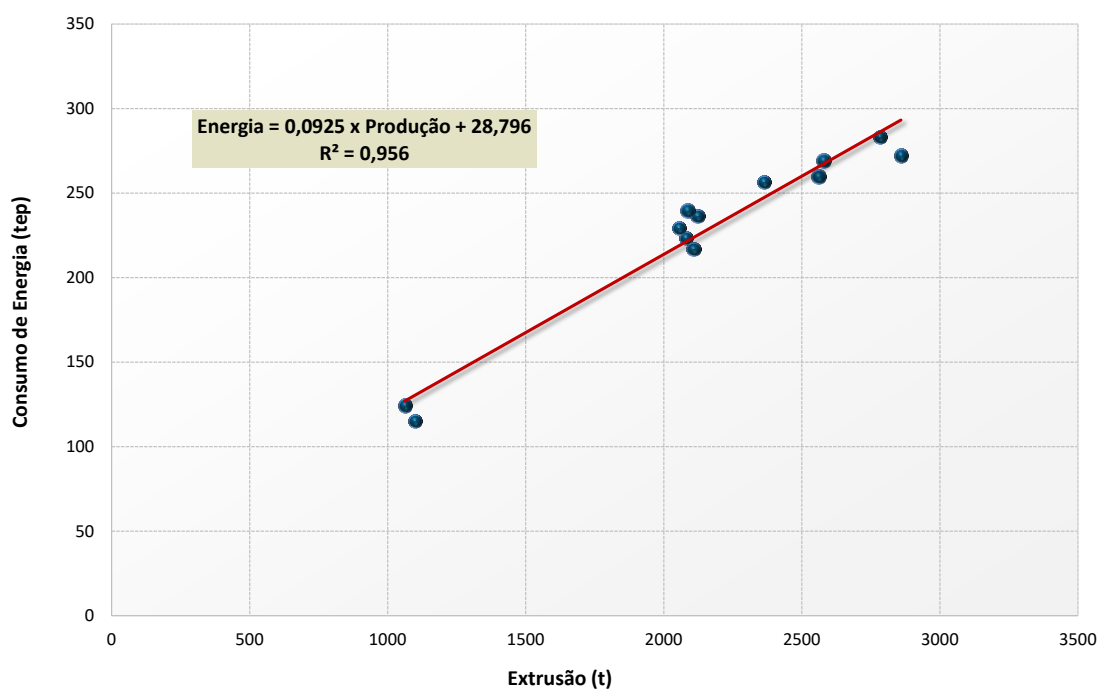
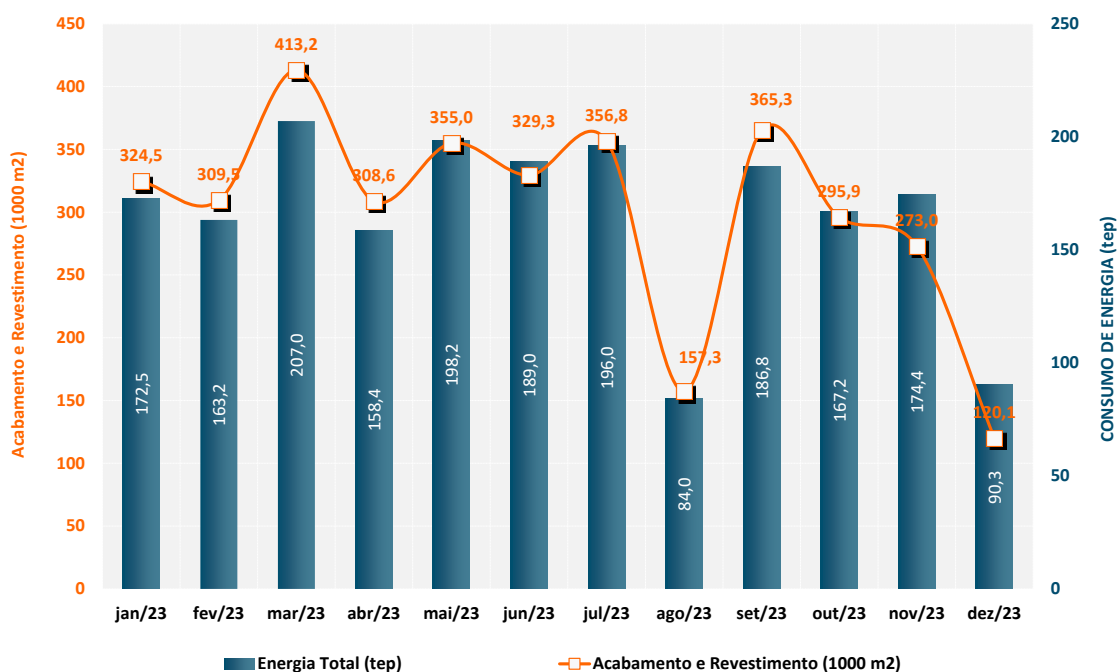


Gráfico 9 - Consumo de Energia versus Produção (Extrusão)

Tabela 20 - Consumo específico de energia (2023) – Acabamento e Revestimento

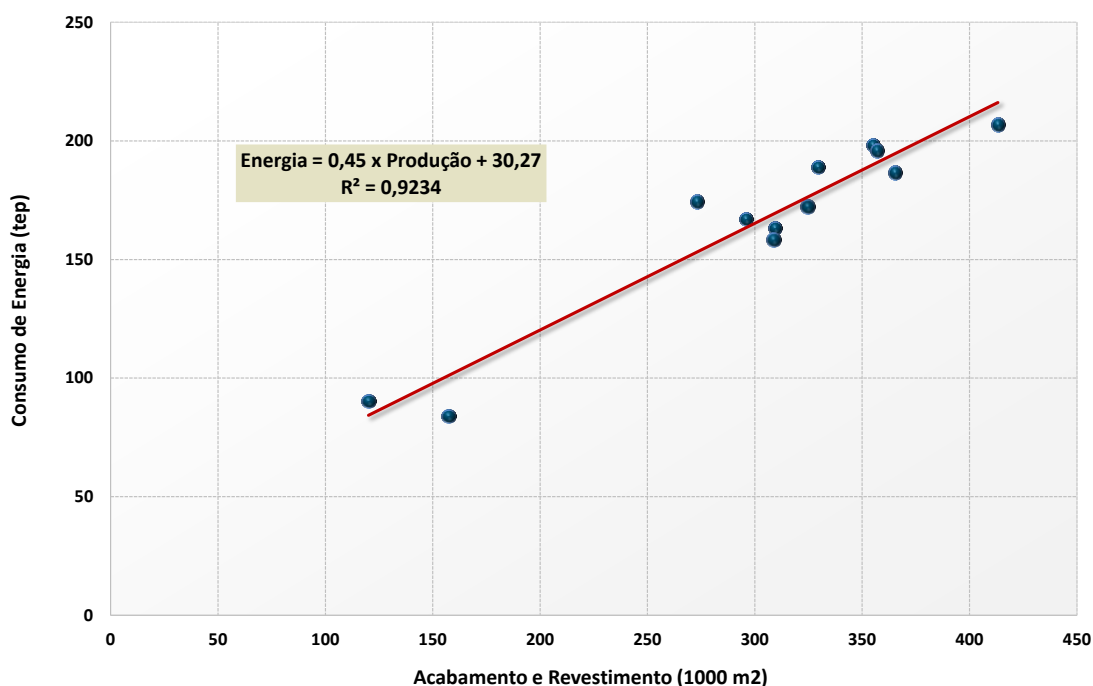
	Acabamento e Revestimento (10³m²)	Energia Elétrica (tep)	Energia Elétrica UPAC (Injeção RESP) (tep)	Energia Elétrica UPAC¹ (tep)	Gás Natural (tep)	Gasóleo (tep)	Gasolina (tep)	EN. TOTAL (kgep)	CONSUMO ESPECÍFICO (kgep/10³m²)
jan-23	324,5	108,5	-0,2	1,8	58,1	2,3	0,2	170 662	525,93
fev-23	309,5	99,0	-0,5	2,7	56,9	2,2	0,2	160 517	518,70
mar-23	413,2	124,4	-0,4	3,6	72,8	2,7	0,2	203 321	492,08
abr-23	308,6	95,2	-1,6	4,6	53,9	1,6	0,2	153 837	498,45
mai-23	355,0	119,3	-0,9	5,9	65,0	2,8	0,3	192 338	541,77
jun-23	329,3	114,5	-0,6	6,0	60,5	2,3	0,4	183 042	555,80
jul-23	356,8	118,3	-0,9	6,0	64,1	2,2	0,3	190 037	532,64
ago-23	157,3	50,9	-4,0	3,6	28,3	1,3	0,3	80 402	511,15
set-23	365,3	114,5	-0,4	4,4	61,3	2,3	0,3	182 410	499,33
out-23	295,9	103,6	-0,2	2,7	55,7	2,4	0,2	164 460	555,80
nov-23	273,0	112,1	-0,1	1,6	56,5	2,3	0,4	172 815	633,03
dez-23	120,1	59,1	-0,7	1,2	28,5	0,9	0,3	89 158	742,49
TOTAL	3 608,5	1 219,3	-10,5	44,1	661,5	25,3	3,3	1 942 999	
MÉDIA	300,7	101,6	-0,9	3,7	55,1	2,1	0,3	161 917	538,453

(1) Contabilizado 50%


Gráfico 10 - Evolução da produção e do consumo de energia (2023) – Acabamento e Revestimento

No gráfico seguinte apresenta-se a correlação entre o consumo global de energia e a produção. A equação apresentada nesse gráfico, do tipo $y = mx + b$, permite efetuar uma previsão de consumo energético para um determinado valor de produção, e é tão mais fiável quanto mais próximo de 1 for o coeficiente de correlação linear r . O valor b representa o consumo existente para uma produção nula, correspondendo, portanto, ao consumo fixo da instalação.

Outra conclusão que se pode tirar de um bom coeficiente de correlação é que a empresa apresenta já um bom nível de eficiência energética. No caso em análise é igual a $r=0,961$ ($v0,923$).


Gráfico 11 - Consumo de Energia versus Produção (Acabamento e Revestimento)

7.3 Consumo Específico no período de Auditoria Energética

Na tabela seguinte apresentam-se os valores de produção e consumo energético (apenas eletricidade e gás natural que são as formas de energia mais representativas) verificados no período de auditoria energética. Os dados dos consumos são provenientes da telecontagem (energia elétrica e autoconsumo) e fatura de gás natural.

Tabela 21 - Consumo Específico Extrusão – Período de Auditoria Energética

Data	Energia Elétrica		Gás Natural		Produção Extrusão (t)	Consumo Específico (kgep/t)
	(kWh)	(tep)	(m3)	(tep)		
08-01-2024 a 14-01-2024	156 129	33,6	21 011	19,0	545,6	96,38
TOTAL	156 129	34	21 011	19	546	96,4

Tabela 22 - Consumo Específico Acabamento e Revestimento – Período de Auditoria Energética

Data	Energia Elétrica		Gás Natural		Produção Acab&Ver (103m2)	Consumo Específico (kgep/t)
	(kWh)	(tep)	(m3)	(tep)		
08-01-2024 a 14-01-2024	109 102	23,5	17 241	15,6	72,5	539,00
TOTAL	109 102	23	17 241	16	72	539,0

Verifica-se que o consumo específico da extrusão apresenta um valor 7,9% mais baixo na auditoria do que no ano de referência, enquanto o consumo específico do acabamento e revestimento apresenta um valor 1,8% menor.

7.4 Intensidade Carbónica

Tal como foi referido anteriormente este indicador relaciona o valor das emissões de gases de efeito de estufa resultantes da utilização das várias formas de energia e o respetivo consumo total de energia. Na tabela seguinte, apresenta-se o valor de intensidade carbónica mensal e anual da empresa, referido a toneladas de CO₂ equivalente, para o ano de referência.

Tabela 23 - Intensidade Carbónica (2023) - Extrusão

	Energia Elétrica Adquirida		Energia Elétrica UPAC (Injeção RESP)		Energia Elétrica (UPAC)		Gás Natural		Gasóleo		Gasolina		ENERGIA TOTAL		INTENSIDADE CARBÓNICA (tCO ₂ /tep)
	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	
jan-23	156,9	343,0	-0,3	0,0	5,3	0,0	70,8	189,9	3,7	11,4	0,3	0,8	236,6	545,1	2,30
fev-23	143,1	312,8	-0,7	0,0	7,9	0,0	69,4	186,1	3,6	11,1	0,2	0,7	223,5	510,8	2,29
mar-23	179,9	393,2	-0,6	0,0	10,5	0,0	88,7	238,0	4,3	13,4	0,4	1,1	283,2	645,7	2,28
abr-23	137,6	300,8	-2,3	0,0	13,2	0,0	65,6	176,2	2,5	7,9	0,4	1,0	217,1	485,9	2,24
mai-23	172,4	377,0	-1,4	0,0	17,0	0,0	79,2	212,5	4,6	14,1	0,5	1,6	272,4	605,1	2,22
jun-23	165,6	362,0	-0,9	0,0	17,3	0,0	73,7	197,7	3,7	11,3	0,6	1,8	260,0	572,9	2,20
jul-23	171,0	373,9	-1,3	0,0	17,3	0,0	78,1	209,7	3,6	11,2	0,5	1,5	269,3	596,2	2,21
ago-23	73,5	160,7	-5,7	0,0	10,5	0,0	34,5	92,5	2,0	6,3	0,5	1,5	115,3	261,1	2,26
set-23	165,5	361,8	-0,5	0,0	12,6	0,0	74,7	200,5	3,7	11,6	0,5	1,4	256,5	575,4	2,24
out-23	149,8	327,5	-0,3	0,0	7,8	0,0	67,9	182,1	3,9	12,0	0,4	1,1	229,5	522,8	2,28
nov-23	162,0	354,2	-0,1	0,0	4,7	0,0	68,9	184,9	3,7	11,5	0,6	1,7	239,8	552,3	2,30
dez-23	85,4	186,8	-1,0	0,0	3,4	0,0	34,7	93,1	1,4	4,4	0,4	1,2	124,4	285,4	2,30
TOTAL	1 762,9	3 853,7	-15,1	0,0	127,5	0,0	806,1	2 163,3	40,7	126,1	5,4	15,5	2 727,4	6 158,7	
MÉDIA	146,9	321,1	-1,3	0,0	10,6	0,0	67,2	180,3	3,4	10,5	0,4	1,3	227,3	513,2	2,26

Apresenta-se, ainda, um gráfico que ilustra a evolução do consumo de energia e os valores de emissões de CO₂, ao longo do ano 2023.

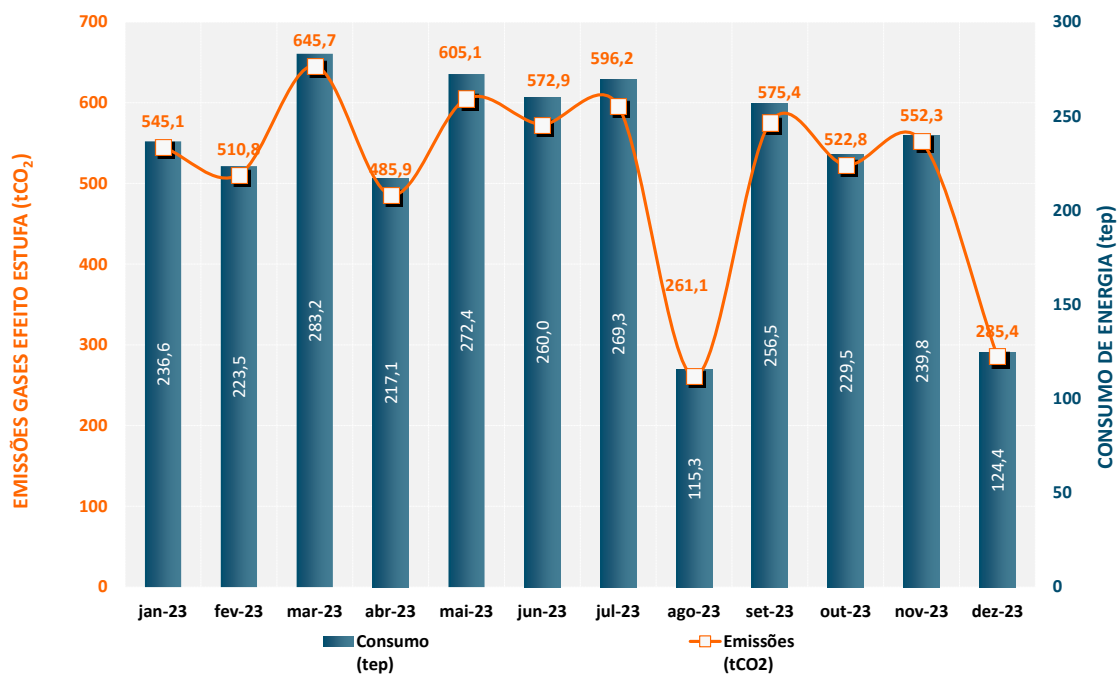


Gráfico 12 - Evolução das emissões de gases e do consumo total de energia (2023) - Extrusão

Tabela 24 - Intensidade Carbónica (2023) – Acabamento e Revestimento

	Energia Elétrica Adquirida		Energia Elétrica UPAC (Injeção RESP)		Energia Elétrica UPAC		Gás Natural		Gasóleo		Gasolina		ENERGIA TOTAL		INTENSIDADE CARBÓNICA (tCO ₂ /tep)
	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	Consumo (tep)	Emissões (tCO ₂)	
jan-23	108,5	237,2	-0,2	0,0	3,7	0,0	58,1	155,8	2,3	7,1	0,2	0,5	172,5	400,6	2,32
fev-23	99,0	216,4	-0,5	0,0	5,5	0,0	56,9	152,7	2,2	6,9	0,2	0,5	163,2	376,4	2,31
mar-23	124,4	272,0	-0,4	0,0	7,3	0,0	72,8	195,3	2,7	8,3	0,2	0,7	207,0	476,3	2,30
abr-23	95,2	208,1	-1,6	0,0	9,1	0,0	53,9	144,5	1,6	4,9	0,2	0,6	158,4	358,1	2,26
mai-23	119,3	260,7	-0,9	0,0	11,8	0,0	65,0	174,3	2,8	8,8	0,3	1,0	198,2	444,8	2,24
jun-23	114,5	250,4	-0,6	0,0	11,9	0,0	60,5	162,3	2,3	7,1	0,4	1,1	189,0	420,8	2,23
jul-23	118,3	258,6	-0,9	0,0	12,0	0,0	64,1	172,0	2,2	7,0	0,3	0,9	196,0	438,5	2,24
ago-23	50,9	111,2	-4,0	0,0	7,2	0,0	28,3	75,9	1,3	3,9	0,3	0,9	84,0	192,0	2,28
set-23	114,5	250,2	-0,4	0,0	8,7	0,0	61,3	164,6	2,3	7,2	0,3	0,9	186,8	422,9	2,26
out-23	103,6	226,5	-0,2	0,0	5,4	0,0	55,7	149,5	2,4	7,5	0,2	0,7	167,2	384,2	2,30
nov-23	112,1	245,0	-0,1	0,0	3,2	0,0	56,5	151,8	2,3	7,2	0,4	1,0	174,4	404,9	2,32
dez-23	59,1	129,2	-0,7	0,0	2,4	0,0	28,5	76,4	0,9	2,7	0,3	0,8	90,3	209,0	2,31
TOTAL	1 219,3	2 665,4	-10,5	0,0	88,2	0,0	661,5	1 775,2	25,3	78,4	3,3	9,6	1 987,1	4 528,6	2,28
MÉDIA	101,6	222,1	-0,9	0,0	7,3	0,0	55,1	147,9	2,1	6,5	0,3	0,8	165,6	377,4	

Apresenta-se, ainda, um gráfico que ilustra a evolução do consumo de energia e os valores de emissões de CO₂, ao longo do ano 2023.

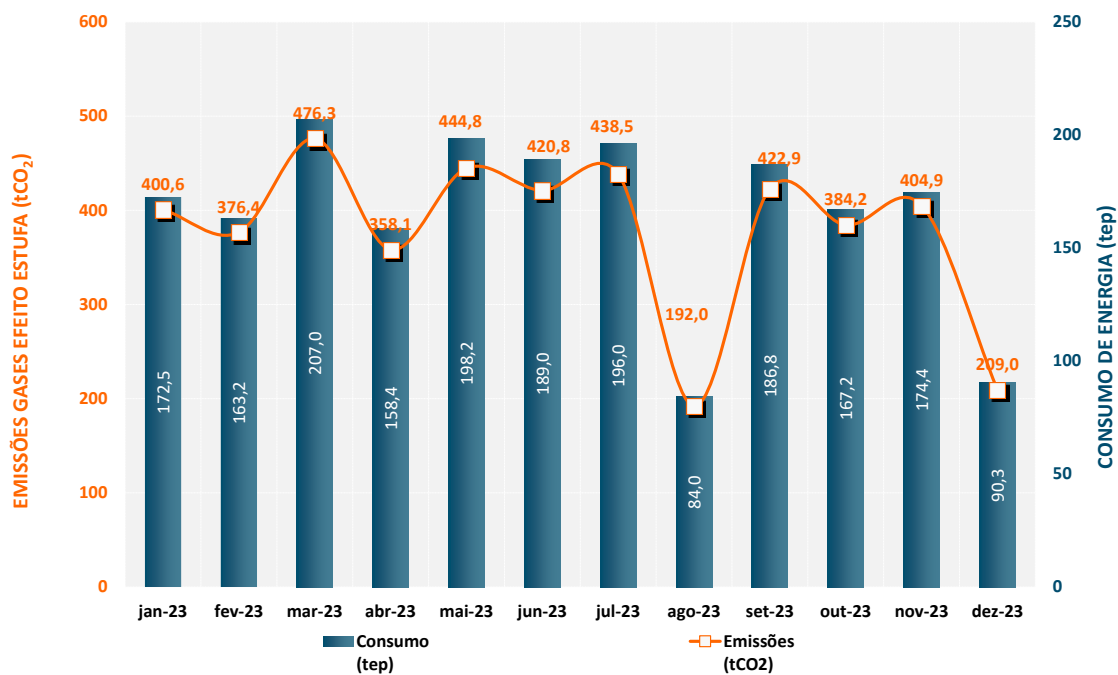


Gráfico 13 - Evolução das emissões de gases e do consumo total de energia (2023) – Acabamento e Revestimento

8. ANÁLISE DOS SETORES CONSUMIDORES DE ENERGIA – SETORES PRODUTIVOS

Conforme se indicou no diagrama do processo produtivo, a área fabril subdivide-se em vários sectores, extrusão, polimento e anodização, lacagem vertical, lacagem horizontal e acabamento madeira.

De seguida, apresenta-se uma descrição sucinta das operações ou fases de fabrico consideradas mais relevantes do ponto de vista energético.

8.1 Extrusão

8.1.1 Descrição

Nesta seção, os biletos são aquecidos e extrudidos em três extrusoras, que lhes dão a forma de perfis de alumínio, com a dimensão e comprimento pretendido. Os perfis extrudidos são colocados em cestas que são introduzidas num forno de maturação para adquirirem a dureza desejada. Após maturação os perfis são sujeitos a procedimentos de controlo de qualidade.

Os perfis resultantes do processo de extrusão podem ser embalados e armazenados para posterior expedição, ou enviados para o armazém de produto em curso para posterior acabamento por anodização ou termolacagem.

O processo de extrusão desenvolve-se de acordo com as seguintes etapas:

- Receção da matéria-prima, constituída por biletos de alumínio;
- Colocação dos biletos no carregador do forno de lingotes, com a ajuda de uma ponte rolante;
- Aquecimento do bilete com gás natural até à temperatura de 430/475 °C. O tempo de aquecimento depende do tipo de perfil a extrudir e da velocidade de extrusão;
- Corte mecânico do bilete com a “sisalla caliente”, à medida otimizada, para se proceder à extrusão;
- Aplicação de nitrito de boro na extremidade posterior do bilete para evitar a colagem do mesmo à ponteira metálica;
- Introdução do bilete no “container”, previamente aquecido por resistências elétricas à temperatura aproximada de 430 °C;
- Início da extrusão: avanço do “vastago” para dentro do “container”, comprimindo o bilete contra a matriz do perfil a extrudir, fazendo passar por ação da pressão o alumínio pelas ranhuras da matriz dando origem ao perfil desejado. No final de cada bilete extrudido, é efetuado um corte na parte final do mesmo, considerado resíduo, vulgarmente conhecido como patela, e é inserido um novo bilete repetindo-se o ciclo. A extrusão do alumínio é efetuada através de bombas hidráulicas, cujo óleo necessita de ser arrefecido para não perder as suas características e, como tal, é arrefecido por permuta de calor com um circuito de água, a qual é arrefecida em torres de arrefecimento localizadas no exterior da instalação;
- Aquando do início da saída do perfil pela “boca” da extrusora, o “puller” (robot com mordças) puxa o perfil sob a forma de tiradas, ao longo da mesa da linha de extrusão. Esta mesa possui ventiladores axiais, que vão arrefecendo o alumínio à medida que ele vai sendo extrudido;
- Após o seu arrefecimento, as tiradas de perfil são esticadas mecanicamente através do banco de tração;
- As tiradas de alumínio, já devidamente esticadas, são cortadas numa serra de disco, à medida pretendida. Aqui há formação de limalha, resíduo que é valorizado (assim como as pontas de perfis e a patela). Parte dessa

limalha é aspirada através de um ventilador com separação em ciclone para ser recolhida em saco, enquanto outra se deposita no chão, sendo posteriormente varrida e colocada junto da primeira;

- Controlo de qualidade do aspeto visual dos perfis: os não conformes são separados para posterior valorização;
- Os perfis conformes são colocados em cestas que vão ser introduzidas num forno de maturação (alimentados a gás natural), para adquirirem a dureza desejada. Esta dureza consegue-se através do tipo de tratamento estabelecido. Por exemplo, T5 significa cinco horas a 185 °C; T6 significa arrefecimento brusco à saída da extrusora com água, cinco horas de maturação a 185 °C, etc.;
- Controlo da qualidade da dureza dos perfis, com um durómetro manual: efetua-se a medição para se verificar se os valores de dureza se situam nos intervalos definidos.
- Depois de extrudidos os perfis seguem para a secção de Tratamento e Revestimento. Uma parte dos perfis é comercializada em bruto (sem tratamento, apenas extrudido).

8.1.2 Equipamentos

Nas tabelas seguintes apresentam-se as principais características dos equipamentos de maior potência instalada utilizados neste setor.

Tabela 25 - Características dos equipamentos produtivos - Extrusão

Motores				
Setor		Prensa 1	Prensa 1	Prensa 1
Equipamento		Bomba hidraulica	Bomba hidraulica	Bomba hidraulica
Função		Sucateira	Esticador	Mesa
Marca		Elvem	Leroy Somer	Leroy Somer
Classe Eficiência		EFF2	EFF2	IE1
Quantidade	un.	1	1	1
Potência	kW	30,0	22,0	9
Corrente	A	52,8	41,7	18,1
Tensão	V	400	400	400
Velocidade	rpm	1470	1456	1455
Cosφ		0,86	0,84	0,82
VEV		Não	Não	Não

n.d. - não disponível

Tabela 26 - Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (Continuação)

Motores								
Setor		Prensa 2	Prensa 2	Prensa 2	Prensa 2	Prensa 2	Prensa 2	Prensa 2
Equipamento		Motor	Motor	Bomba	Bomba Hidráulica	Motor	Motor	Ventilador
Função		Serra de Corte	Entrada de billetes	Bomba água lavadora	Principal	Puller	Serra inicial	Estufa
Marca		Leroy Somer	Siemens	n.d.	Siemens	n.d.	n.d.	ABB motors
Classe Eficiência		EFF2	IE2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	EFF2
Quantidade	un.	1	1	1	3	2	1	4
Potência	kW	2,2	7,5	3,0	160,0	n.d.	n.d.	22,0
Corrente	A	4,8	14,7	5,7	275,0	n.d.	n.d.	42,0
Tensão	V	400	400	400	400	n.d.	n.d.	400
Velocidade	rpm	1435	1465	2890	1486	n.d.	n.d.	1460
Cosφ		0,81	0,83	0,87	0,87	n.d.	n.d.	0,82
VEV		Não	Não	Não	Não	n.d.	n.d.	Não

n.d. - não disponível

Tabela 27 - Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (continuação)

Motores								
Setor		Prensa 2	Prensa 2	Prensa 1	Prensa 1	Prensa 1	Prensa 1	Prensa 1
Equipamento		Ventilador	Ventilador	Motor	Ventilador	Ventilador	Bomba hidráulica	Motor
Função		Forno Colmatagem	Forno Colmatagem	Puller	Sistema de recuperação	Introdução de calor	Compressão	Puller
Marca		Rotor nl	Rotor nl	n.d.	Motiva	n.d.	n.d.	Siemens
Classe Eficiência		IE3	n.d.	n.d.	IE2	IE2	n.d.	n.d.
Quantidade	un.	12	4	2	1	1	2	1
Potência	kW	15,0	18,5	n.d.	22,0	30,0	18,5	11-15
Corrente	A	28,5	36,1	n.d.	39,3	53,8	37,1	24-25
Tensão	V	400	400	n.d.	400	400	400	350-459
Velocidade	rpm	1475	1465	n.d.	2959	1475	1465	1500-2000
Cosφ		0,82	0,82	n.d.	0,89	0,86	0,82	0,87
VEV		Não	Não	n.d.	Não	Não	Não	Não

n.d. - não disponível

Tabela 28 - Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (continuação)

Motores								
Setor		Prensa 3	Prensa 3	Prensa 3	Prensa 3	Prensa 3	Prensa 2	Prensa 2
Equipamento		Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica	Ventiladores	Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica
Função		Esticador	Prensa sucateira	Serra	Ventiladores de recirculação	-	Sucateira	Esticador
Marca		Leroy Somer	Leroy Somer	Leroy Somer	ABB Motors	Leroy Somer	Leroy Somer	Leroy Somer
Classe Eficiência		EFF2	-	EFF2	EFF2	EFF2	n.d.	EFF2
Quantidade	un.	1	1	1	6	1	1	1
Potência	kW	22,0	30,0	22,0	22,0	2,2	30,0	22,0
Corrente	A	41,7	57,1	41,7	42,0	4,8	57,1	41,7
Tensão	V	400	400	400	400	400	400	400
Velocidade	rpm	1456	1450	1456	1460	1435	1450	1456
Cosφ		0,84	0,85	0,84	0,82	0,81	0,85	0,84
VEV		Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

n.d. - não disponível

Tabela 29 - Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (continuação)

Motores								
Setor		Prensa 4	Prensa 4	Prensa 4	Prensa 4	Prensa 4	Prensa 4	Prensa 4
Equipamento		Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica	Ventilador	Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica
Função		-	Serra	Serra de billetes	Recuperação térmica	Corte de alumínio	Esticador	Envio óleo para acumuladores
Marca		Siemens	Motive	Motive	Motive	Motive	Motive	Motive
Classe Eficiência		IE3	IE2	IE2	IE2	IE2	IE2	IE2
Quantidade	un.	7	1	1	1	1	1	1
Potência	kW	186,0	11,0	22,0	22,0	30,0	45,0	22,0
Corrente	A	330,0	21,7	39,6	39,3	53,8	79,0	37,5
Tensão	V	380	400	400	400	400	400	400
Velocidade	rpm	2000	1466	1470	2959	1475	1480	2950
Cosφ		-	0,82	0,88	0,89	0,86	0,88	0,80
VEV		Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não

n.d. - não disponível

Tabela 30 - Características dos equipamentos produtivos - Extrusão (Continuação)

Motores								
Setor	Prensa 4	Prensa 4	Prensa 4	Prensa 3	Prensa 3	Prensa 3	Prensa 3	Prensa 3
Equipamento	Bomba Hidráulica	Ventiladores	Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica	Ventiladores	Ventiladores	Bomba Hidráulica	Bomba Hidráulica
Função	Puller	Ventiladores de arrefecimento	Transfer	-	Ventiladores de arrefecimento	Ventiladores de arrefecimento	-	-
Marca	Motive	Motive	Motive	Leroy Somer	ABB Motors	ABB Motors	WA Motors	WA Motors
Classe Eficiência	IE2	IE2	IE2	EFF2	EFF2	-	EFF2	EFF2
Quantidade	un.	1	10	1	3	1	1	1
Potência	kW	11,0	30,0	7,5	3,0	11,0	5,5	22,0
Corrente	A	21,7	53,8	14,5	6,5	22,0	11,5	-
Tensão	V	400	400	400	400	400	400	-
Velocidade	rpm	1486	1475	1451	1435	1460	1450	-
cosφ		0,82	0,86	0,84	0,81	0,81	0,83	0,90
VEV	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

n.d. - não disponível

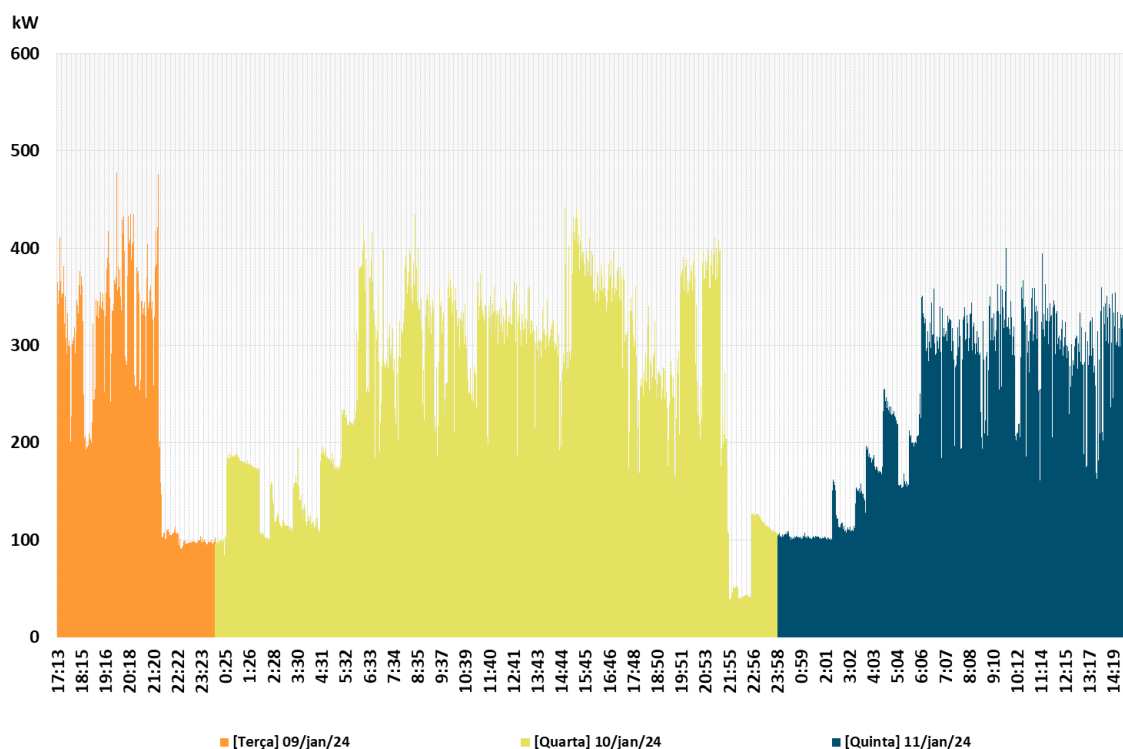
8.1.3 Consumo de energia

➤ MEDIÇÕES ELÉTRICAS

No setor da extrusão as fontes de energia utilizadas são a energia elétrica e o gás natural. O consumo referente a este setor rondou os **2 485 tep/ano**, ou seja, **52,2%** do consumo total.

Com vista a analisar o consumo de alguns dos equipamentos/setores e o seu perfil de funcionamento, são apresentados de seguida os diagramas de carga referentes ao funcionamento dos mesmos durante o período da auditoria.

• QGBT1


Gráfico 14 - Evolução da potência absorvida – QGBT1

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 37,8 kW e 477,6 kW, com o valor médio de 235,5 kW;
- O consumo referente a este setor representou **12,4%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

Este circuito elétrico alimenta vários circuitos, destacando-se a prensa n.º2, a estufa das matrizes, forno de maturação GIA2, unifor, rutura corte- térmico, prensa de sucata, entre outros.

• QGBT2

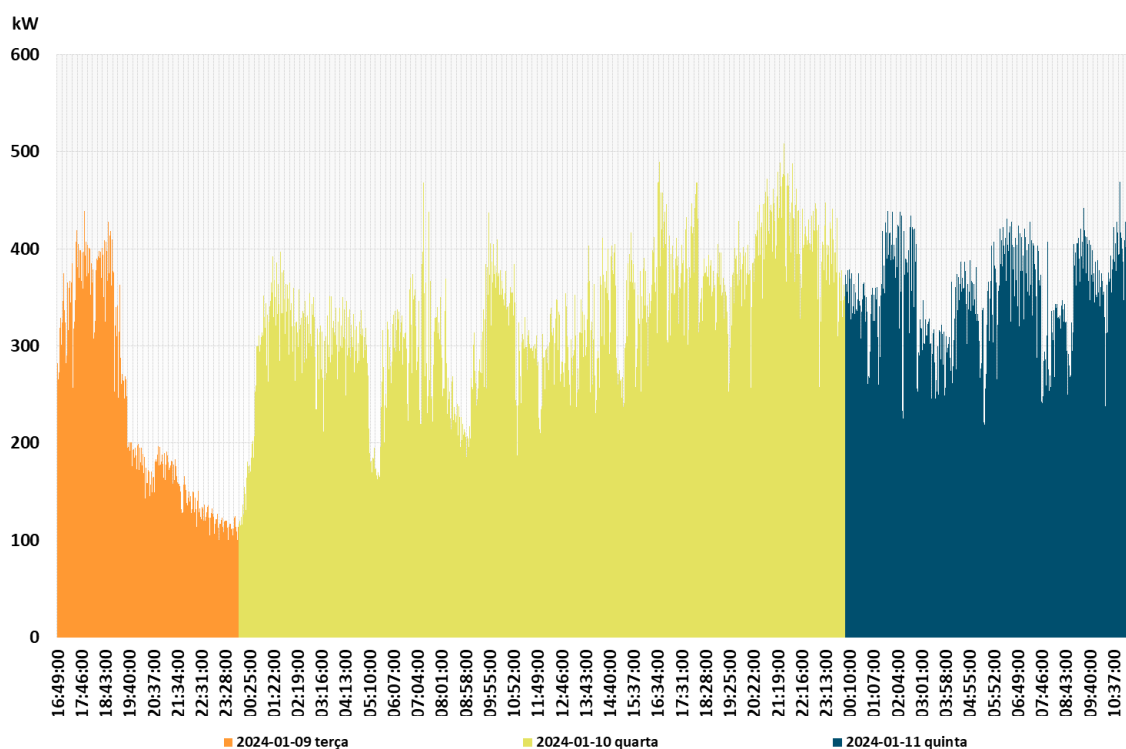


Gráfico 15 - Evolução da potência absorvida – QGBT2

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 90 kW e 509 kW, com o valor médio de 303,7 kW;
- O consumo referente a este setor representou **16,0%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

Este circuito elétrico alimenta vários circuitos, destacando-se a prensa n.º1, a estufa das matrizes, forno de maturação GIA1, armazém inteligente de matrizes, prensa de sucata, entre outros.

• **QGBT5**

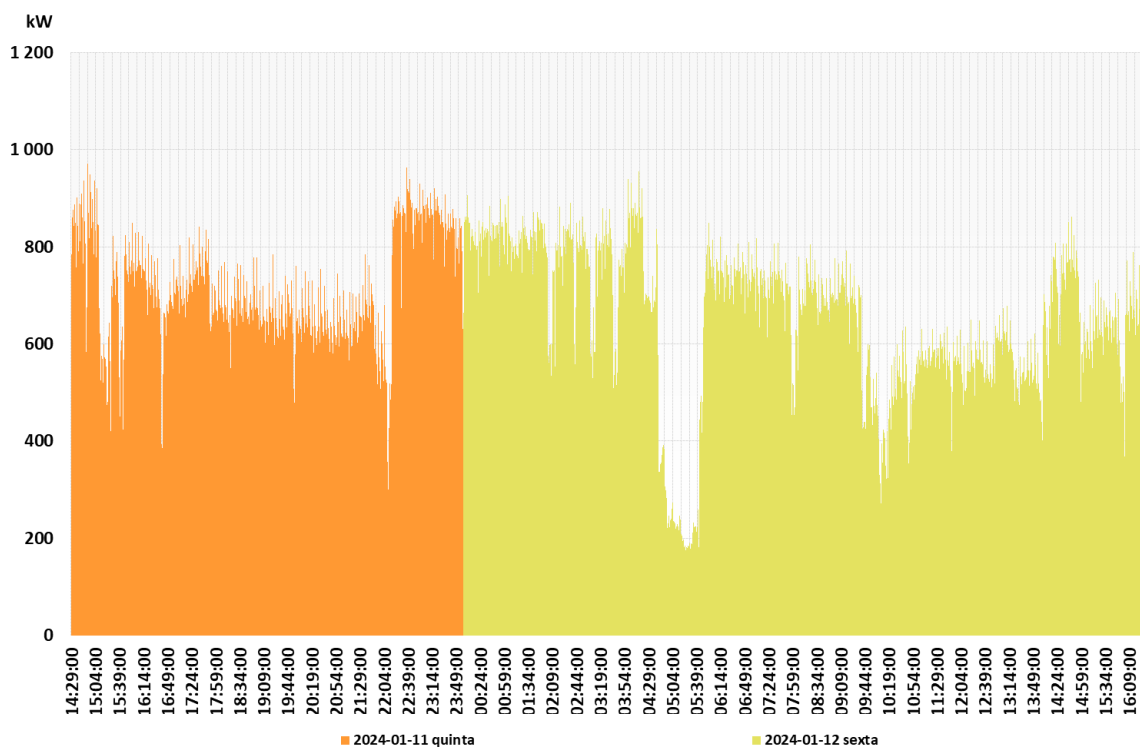


Gráfico 16 - Evolução da potência absorvida – QGBT5

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 176,0 kW e 972,0 kW, com o valor médio de 672,2 kW;
- O consumo referente a este setor representou **33,4%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

Este circuito elétrico alimenta a prensa nº 4 e central de ar comprimido.

• **Prensa 2 – Bomba hidráulica 1**

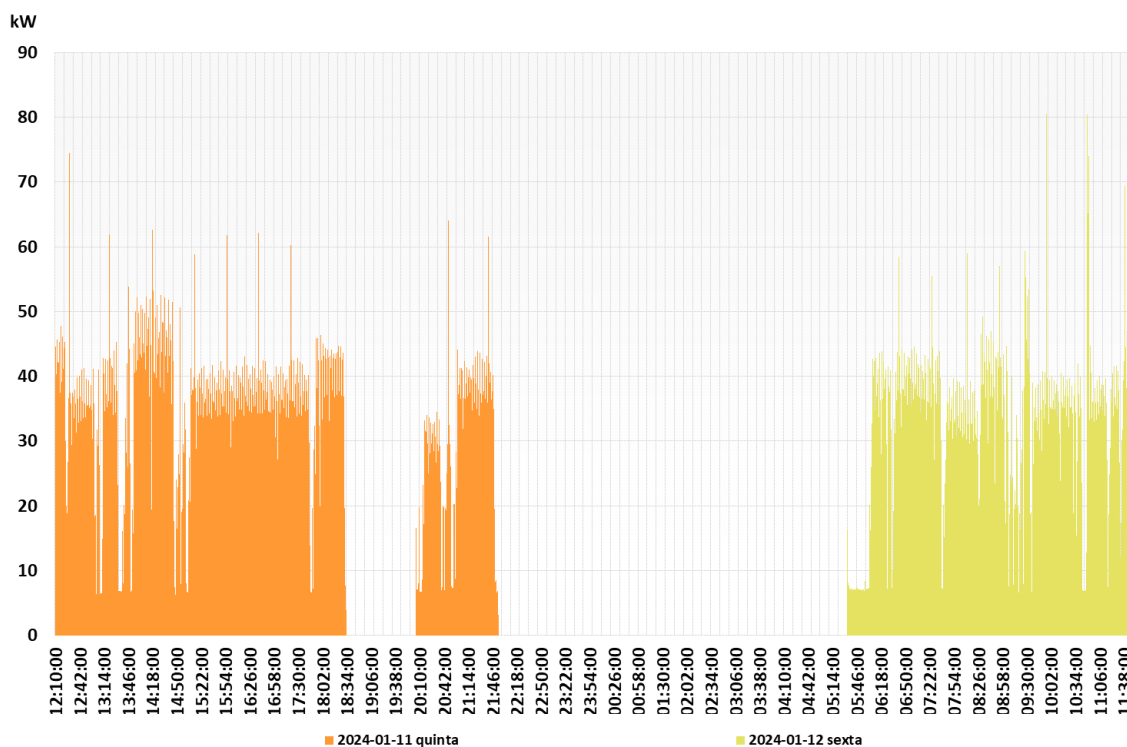


Gráfico 17 - Evolução da potência absorvida – Prensa 2 – Bomba hidráulica 1

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 0 kW e 80,5 kW, com o valor médio de 20,9 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **1,1%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• **Prensa 2 – Bomba hidráulica 2**

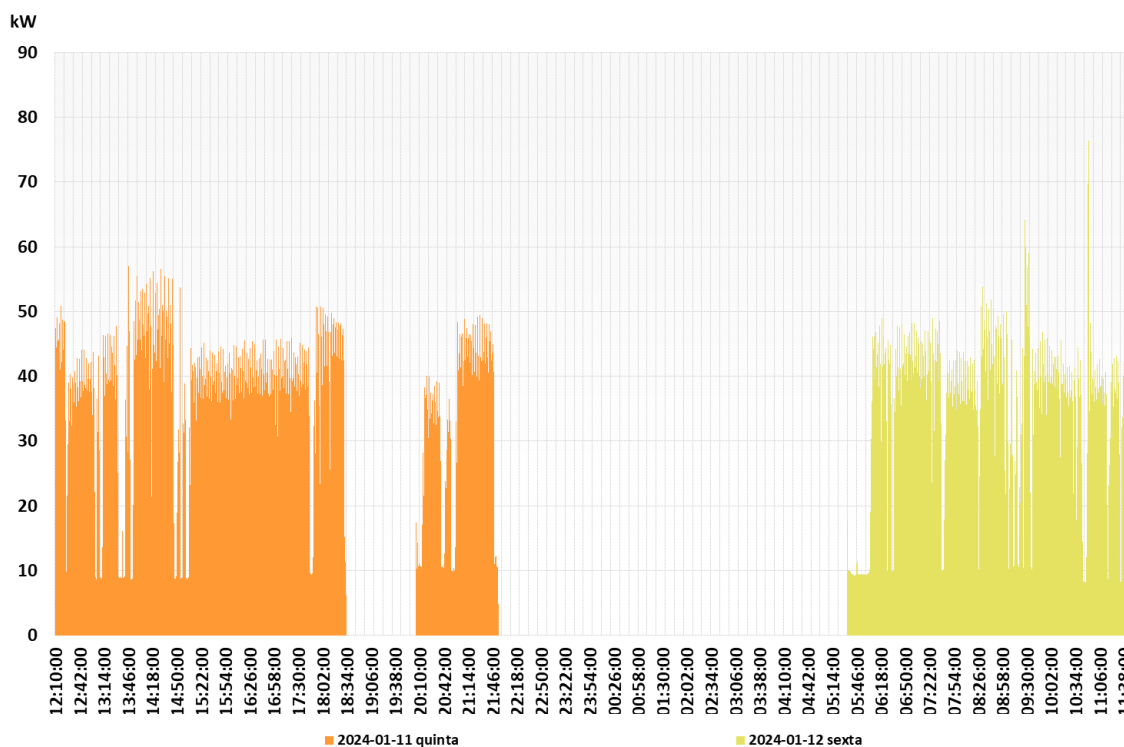


Gráfico 18 - Evolução da potência absorvida – Prensa 2 – Bomba hidráulica 2

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 0 kW e 76,4 kW, com o valor médio de 22,4 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **1,1%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• **Prensa 2 – Bomba hidráulica 3**

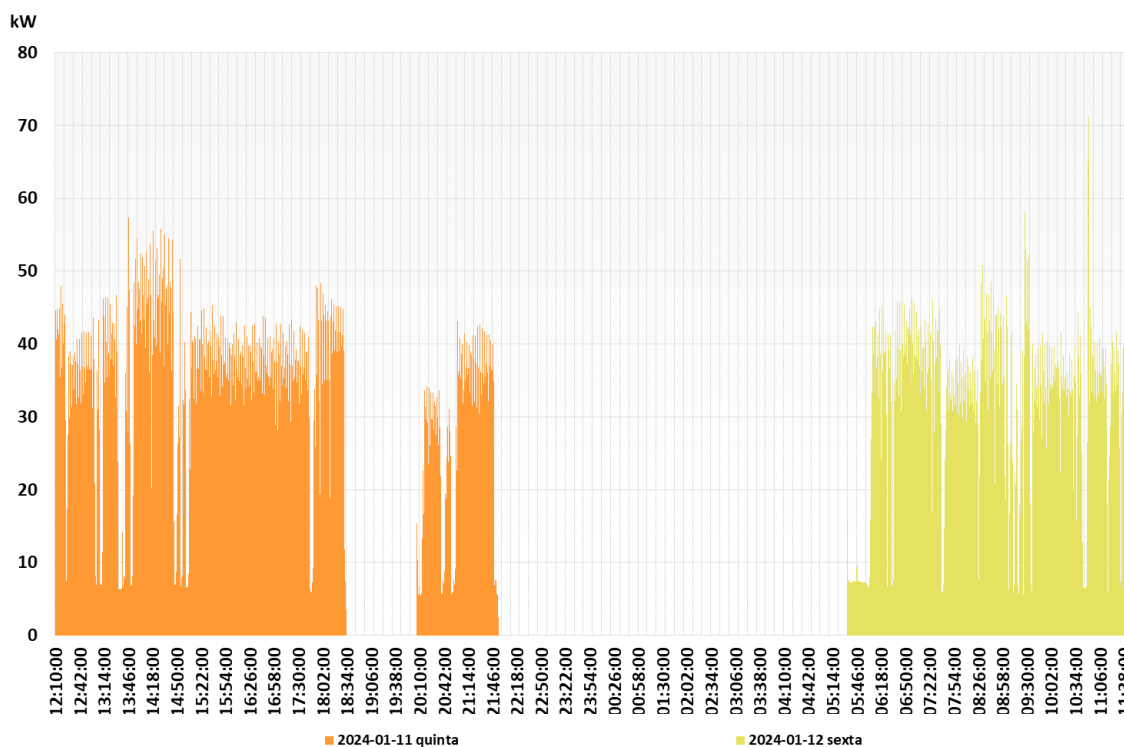


Gráfico 19 - Evolução da potência absorvida – Prensa 2 – Bomba hidráulica 3

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 0 kW e 71,1 kW, com o valor médio de 20,3 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **1,0%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• **Prensa 1 – Bomba hidráulica 1**

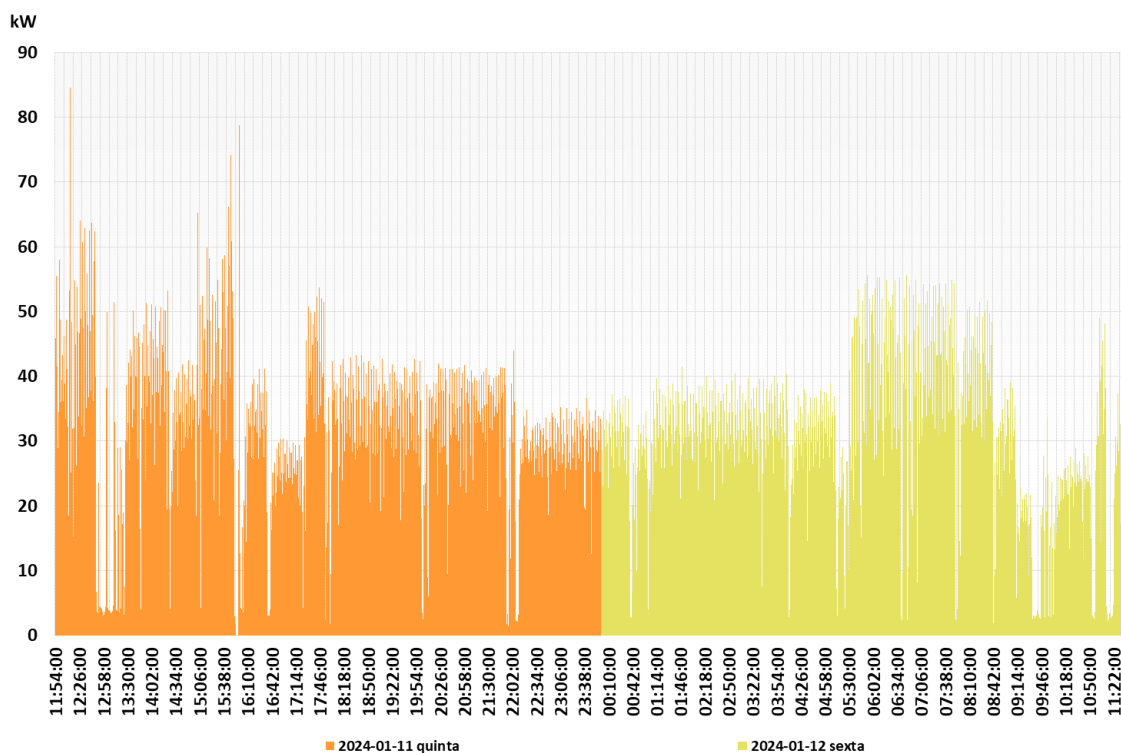


Gráfico 20 - Evolução da potência absorvida – Prensa 1 – Bomba hidráulica 1

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 0 kW e 84,6 kW, com o valor médio de 31,5 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **1,6%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• **Prensa 1 – Bomba hidráulica 2**

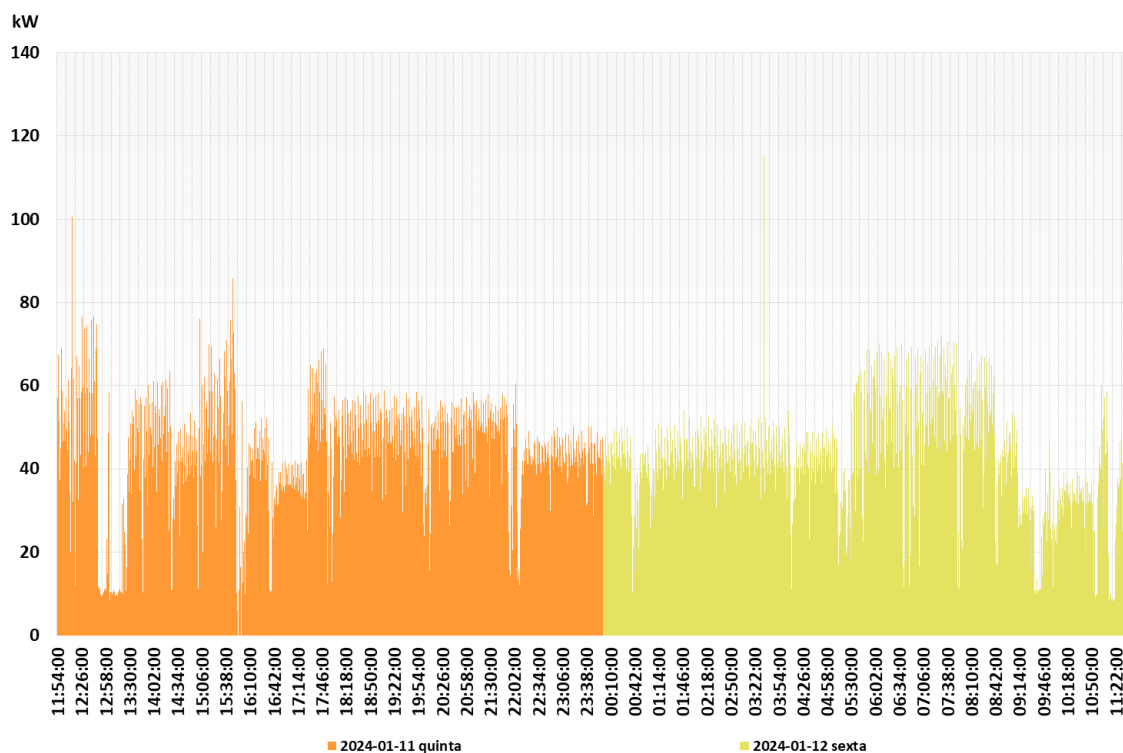


Gráfico 21 - Evolução da potência absorvida – Prensa 1 – Bomba hidráulica 2

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 0 kW e 115,3 kW, com o valor médio de 43,3 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **2,2%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• **Prensa 1 – Bomba hidráulica 3**

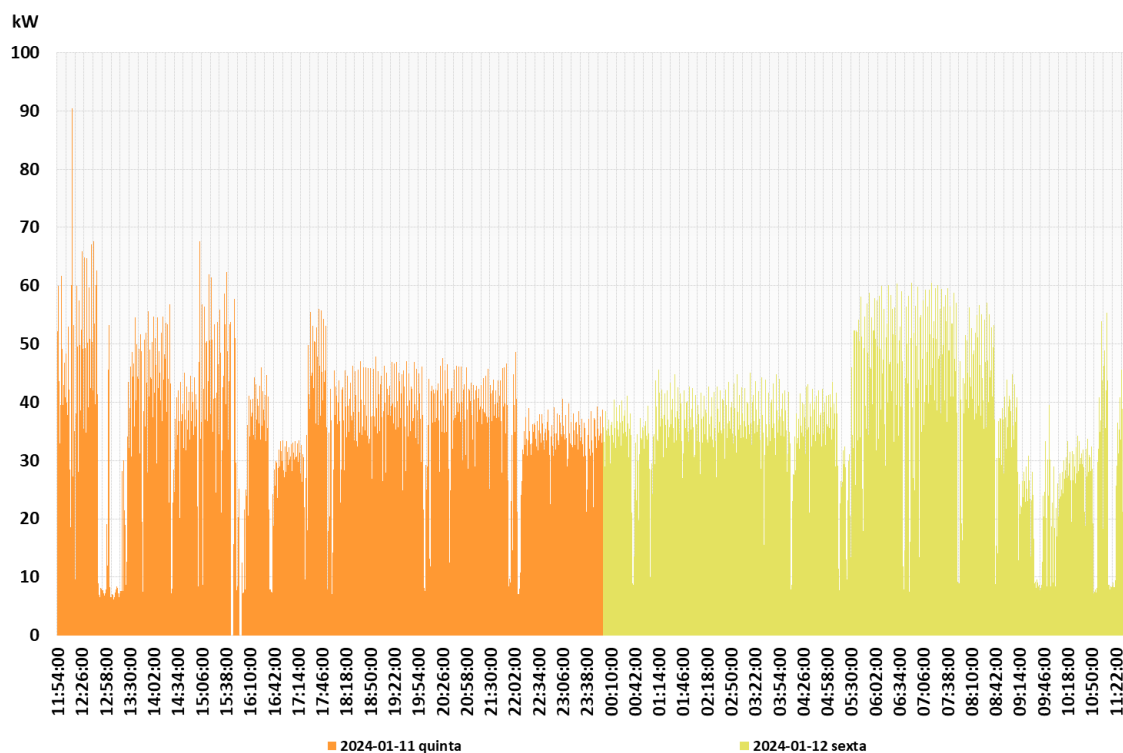


Gráfico 22 - Evolução da potência absorvida – Prensa 1 – Bomba hidráulica 3

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 0 kW e 90,4 kW, com o valor médio de 35,7 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **1,8%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• **Prensa 3 – Bomba hidráulica 1**

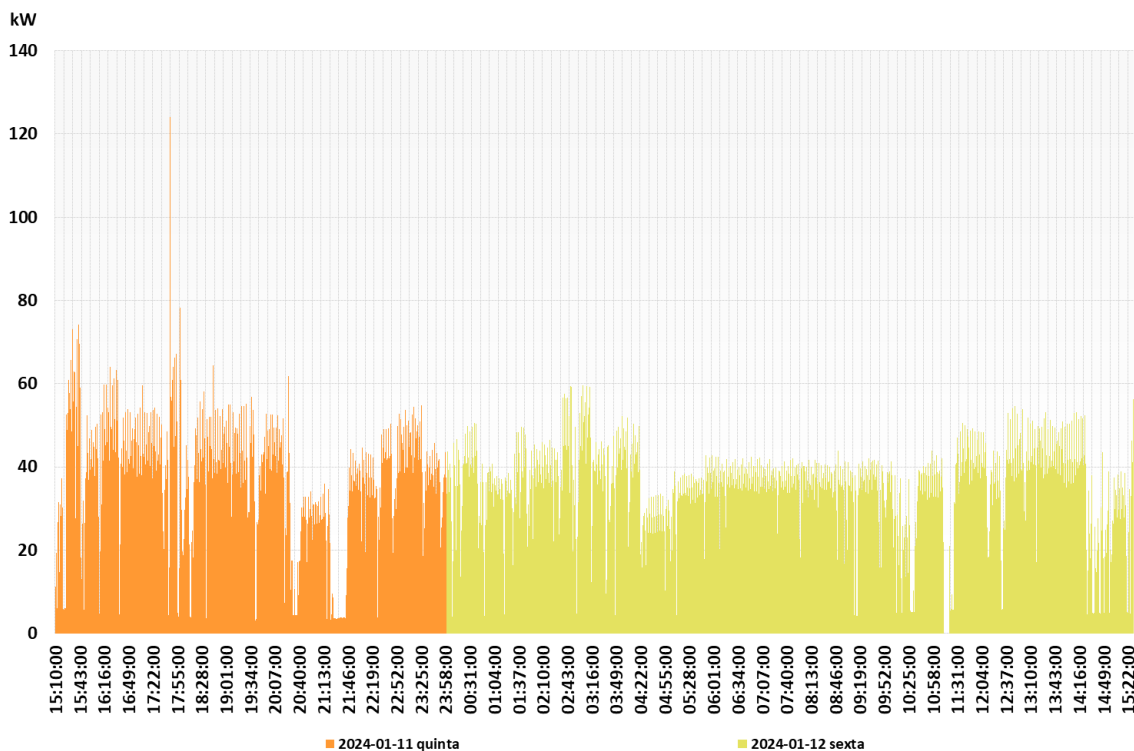


Gráfico 23 - Evolução da potência absorvida – Prensa 3 – Bomba hidráulica 1

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 0 kW e 124,1 kW, com o valor médio de 36,1 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **1,8%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• **Prensa 3 – Bomba hidráulica 3**

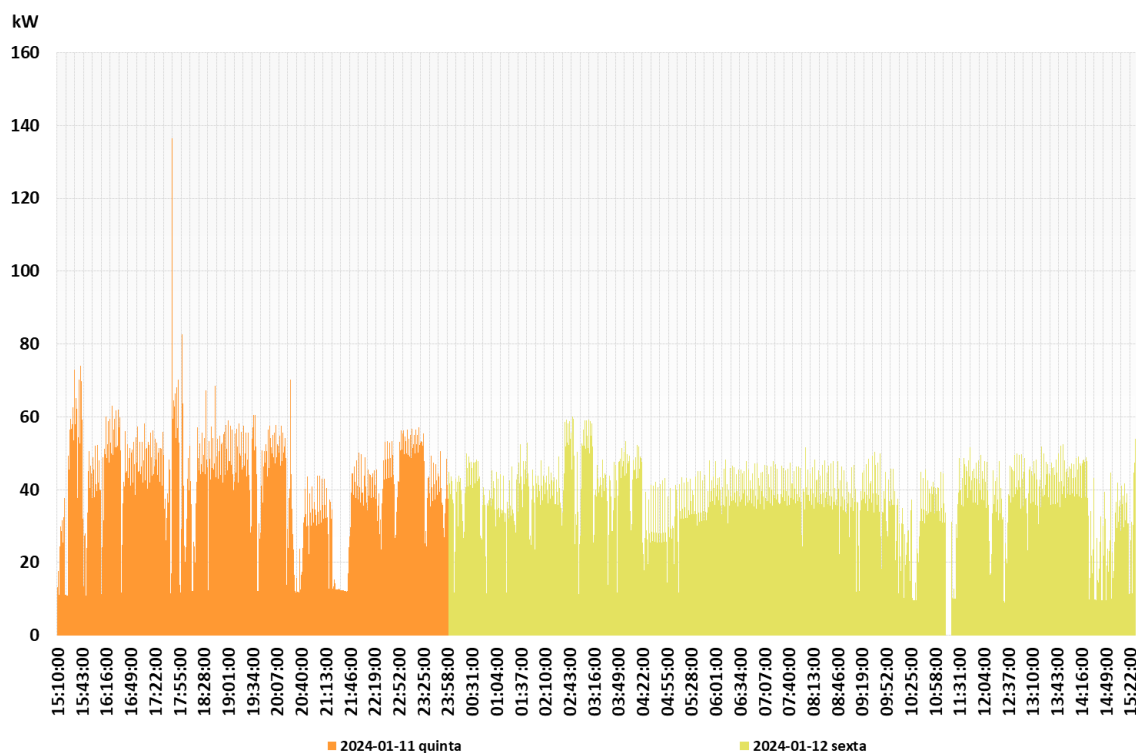


Gráfico 24 - Evolução da potência absorvida – Prensa 3 – Bomba hidráulica 3

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 0 kW e 136,5 kW, com o valor médio de 39 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **2,0%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• Prensa 3 – Bomba hidráulica 4

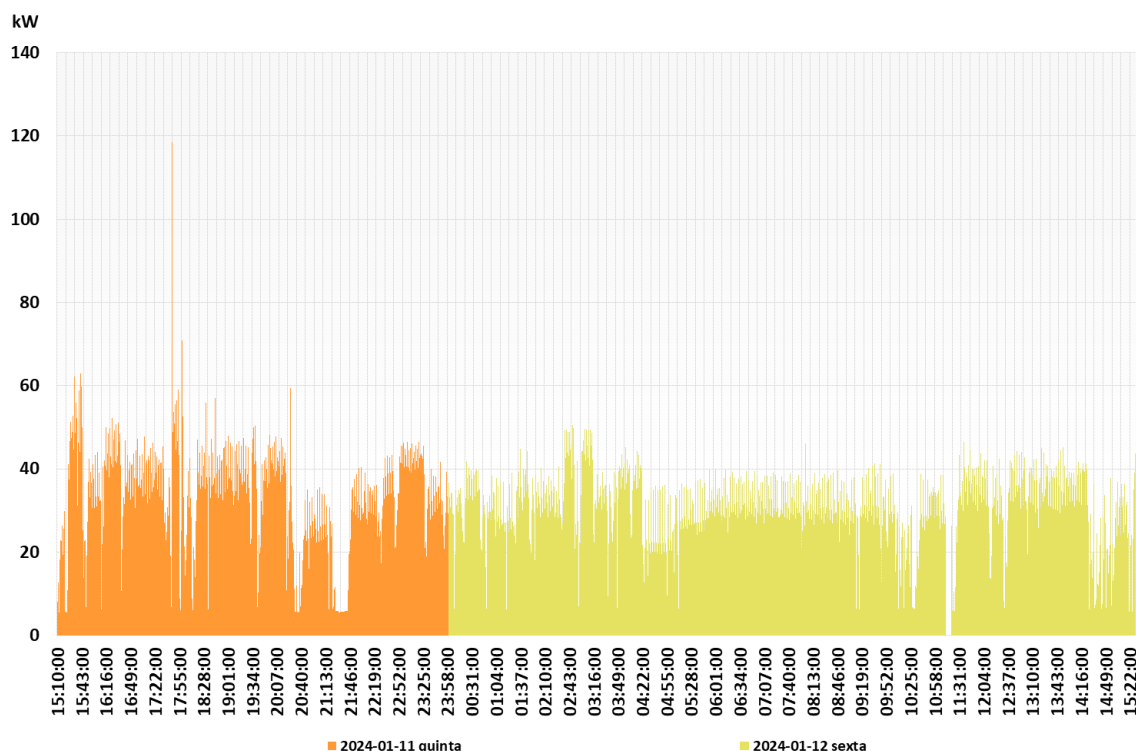


Gráfico 25 - Evolução da potência absorvida – Prensa 3 – Bomba hidráulica 4

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 0 kW e 118,5 kW, com o valor médio de 31,7 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **1,6%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

➤ **MEDIÇÕES TÉRMICAS**

Através da medição dos gases de combustão foi possível determinar o rendimento dos queimadores, através do método das perdas, apresentando-se abaixo os parâmetros da medição e os resultados obtidos.

Tabela 31 - Parâmetros da medição dos gases de combustão

Parâmetros	FF7n - Extrusora I (nova) Prensa3	FF11 - Forno maturação III (Prensa 1)
Combustível	Gás Natural	Gás Natural
Data da medição	12/01/2024	12/01/2024
Temp. Fumos [°C]	128,7	154,8
CO ₂ [%]	1,6%	6,6%
O ₂ [%]	18,2%	9,3%
CO [ppm]	245,3	29,0
Excesso de ar [%]	638,1%	79,1%
Temp. Ambiente [°C]	12,5	32,3

Tabela 32 - Rendimento dos queimadores (Método das Perdas)

Rendimento Térmico (Método das perdas)	FF7n - Extrusora I (nova) Prensa3	FF11 - Forno maturação III (Prensa 1)
Perdas pela chaminé	28,8%	7,3%
Perda por H ₂ O	1,8%	1,7%
Perda por CO	0,5%	0,0%
Perdas por radiação	2,3%	2,3%
Perda por purga	0,0%	0,0%
Eficiência [%]	66,51%	88,68%

Pgc = Perdas associadas ao calor sensível nos gases secos de combustão (%)

PH₂O = Perdas associadas à entalpia do vapor de água nos gases de combustão (%)

PCO = Perdas associadas à inqueimados nos gases de combustão (%)

PP = Perdas associadas às purgas (%) (apenas aplicáveis às caldeiras de vapor)

Pr = Perdas por radiação, convecção e outras perdas não-contabilizáveis (%)

Os valores de referência para a %O₂ presente nos gases de combustão é cerca de 3%. Analisando a tabela anterior verificamos que a %O₂ nos gases de combustão das fontes FF7n e FF11 apresentam valores de 18,2% e 9,3%, respetivamente. Apesar de já existir um plano de afinações periódicas do queimador, encontramos casos em que os valores apresentam uma discrepância considerável face aos valores de referência. Sugerimos, portanto, a afinação de ambos os queimadores presentes na extrusão.

8.1.4 Potencial de poupança de energia

Otimização do funcionamento de 3 prensas (Instalação de VEV nas bombas e substituição de motores)

A Navarra tem em curso um plano de otimização do funcionamento das prensas mais antigas (prensa 1, 2 e 3), que passará pela implementação de variadores eletrónicos de velocidade nas bombas hidráulicas principais e ainda em alguns motores auxiliares, bem como a substituição destes motores por motores de alto rendimento de classe IE4 (exceto as bombas hidráulicas principais da prensa 3, que já são IE3). De acordo com o fabricante da solução proposta, as economias poderão alcançar 15% com a implementação de variação de velocidade, que fará com que o processo seja mais otimizado, reduza os ciclos de produção e, portanto, diminua o consumo específico de cada prensa. Acrescem as economias associadas melhoria do rendimento dos motores substituídos.

Nas tabelas seguintes apresentam-se os pressupostos para o cálculo desta medida, bem como as economias anuais e investimentos considerados. Ressalva-se que os períodos de retorno são elevados devido ao facto de a energia elétrica no ano de referência ter sido muito baixo, na ordem dos 29€/MWh. Para um custo mais elevado, por exemplo 100 €/MWh, os períodos de retorno seriam de 18 e 15 anos, respetivamente para as prensas 1 e 2 e para a prensa 3.

Tabela 33 - Pressupostos de cálculo da medida de otimização das prensas 1, 2 e 3

Equipamento	Quant.	Motores existentes				Motores a instalar			Estimativa futura	
		Pot. Nominal (kW)	Classe eficiência Rendimento ¹	Pot. Absorvida (kW) ²	Consumo anual estimado (MWh)	Pot. Nominal (kW)	Classe eficiência	Rendimento IE4	Redução do consumo (%) ³	Consumo anual estimado (MWh)
Prensa 3 - GIA P2800	4	160	IE3	153,3	1 265,3	-	-	-	15,0%	1075,49
	1	90	93,0%	72,6	599,2	90	IE4	96,1%	3,1%	580,65
	1	55	92,1%	44,8	369,8	55	IE4	95,7%	3,6%	356,46
	1	22	89,9%	18,4	151,5	22	IE4	94,5%	4,6%	144,56
	1	18,5	89,3%	15,5	128,3	18,5	IE4	94,2%	4,9%	121,99
TOTAL 1		-	-	-	2 514,1	-	-	-	-	2279,15
Prensa 1 - Tecalex P2200	3	160	93,8%	110,5	912,1	160	IE4	96,6%	17,8%	749,71
	1	15	88,7%	12,7	104,7	15	IE4	93,9%	5,2%	99,27
	1	11	87,6%	9,4	77,8	11	IE4	93,3%	5,7%	73,32
TOTAL 2		-	-	-	1 094,5	-	-	-	-	922,30
Prensa 2 - Tecalex P2200	3	160	93,8%	114,9	949,0	160	IE4	96,6%	17,8%	780,05
	1	15	88,7%	12,7	104,7	15	IE4	93,9%	5,2%	99,27
	1	11	87,6%	9,4	77,8	11	IE4	93,3%	5,7%	73,32
TOTAL 2		-	-	-	1 131,4	-	-	-	-	952,64
TOTAL	-	-	-	-	4 740,0	-	-	-	-	4 154,1

¹ Classe de eficiência indicada na chapa ou rendimento de acordo com a IEC 60034 para motores IE1 de 4 polos;

² Potência absorvida média medida no caso das bombas hidráulicas principais (conjunto das bombas) e estimada nos restantes casos, considerando um índice de carga de 75%;

³ Redução de 15% indicada pelo fabricante, devido à melhoria do processo e aplicação de VEV nas bombas hidráulicas principais, acrescido da melhoria de rendimento nos motores substituídos.

Tabela 34 - Tabela resumo da medida de otimização das prensas 1, 2 e 3

Fonte de Energia	Equipamento	Redução de Energia e emissões de CO ₂			Poupança	Invest.	PRI (anos)
		(MWh/ano)	(tep)	(tCO ₂)	(€)	(€)	
Energia Elétrica	Prensa 1 - Tecalex P2200	172,2	37,0	80,9	4 992	640 377	128,3
	Prensa 2 - Tecalex P2200	178,8	38,4	84,0	5 183	345 018	50,7
	Prensa 3 - GIA P2800	234,9	50,5	110,4	6 810	985 395,0	58,0
Total		586,0	126,0	275,4	16 985,5	985 395,0	58,0

8.2 Polimento e Anodização

8.2.1 Descrição

A produção de perfis anodizados inicia-se com a receção dos perfis provenientes da seção de extrusão. Nesta seção os perfis são sujeitos a um processo de acabamento por anodização, o qual consiste na formação de uma camada de óxido de alumínio sobre os perfis. Para tal, os perfis são sujeitos a diversos tratamentos químicos de modo a obterem as características desejadas. Os perfis acabados são então embalados e armazenados no armazém de produto acabado para posterior expedição. O polimento consiste em colocar na mesa de polimento os perfis, espalhar sobre eles uma camada de massa abrasiva e ligar a máquina que contém os discos de polir, fazendo-a passar sucessivamente sobre os perfis.

Os perfis que são polidos são a seguir anodizados, passando assim pelas seguintes fases:

- 1) Engate dos perfis/chapas;
- 2) Tratamento químico;

O tratamento químico na Anodização é constituído por 8 fases, que são a seguir descritas:

- 1.ª Fase: O material a tratar é introduzido numa tina que contém uma solução alcalina (“desengorduramento alcalino”) nas seguintes condições: Temperatura = 60 °C; Tempo de Imersão: 10 min. Segue-se uma lavagem com água “normal”.

2.^a Fase: Fase que dá o aspeto acetinado ao alumínio. Introduz-se o bastidor numa tina que contém uma solução de NaOH e um complexante e cuja temperatura é aproximadamente de 65 °C. O tempo de imersão depende do tipo de material a tratar. O material que foi polido não passa nesta fase. Segue-se uma lavagem com água “normal”.

3.^a Fase: O material a tratar é introduzido numa tina que contém uma solução de NaOH, de concentração inferior à da fase anterior e que se encontra a uma temperatura de cerca de 50 °C. Fase de decapagem. Segue-se uma lavagem com água “normal”.

4.^a Fase: Neutralização: introduz-se o bastidor numa tina de ácido nítrico à temperatura ambiente, durante um curto tempo. Segue-se uma lavagem com água “normal”.

5.^a Fase: Anodização: o bastidor é introduzido numa tina de ácido sulfúrico, ao mesmo tempo que se faz passar a corrente elétrica pelos perfis. A temperatura do banho é de 18 a 20 °C. O tempo de imersão e a corrente aplicada dependem da espessura da camada anódica que se quer obter e da área do perfil a tratar, respetivamente. Seguem-se duas lavagens com água “normal”.

6.^a Fase: Coloração Eletrolítica: introduz-se o bastidor com o material já anodizado dentro de uma tina que contém sulfato de estanho, ácido sulfúrico e um aditivo, ao mesmo tempo que se faz passar a corrente elétrica pelo material. Não passa nesta fase o material que se pretende que tenha a cor natural do alumínio. A temperatura a que o banho se encontra é de 19 a 21 °C e o tempo varia com a cor que se pretende obter e com o tipo de material a tratar. Seguem-se duas lavagens com água “normal”. Após esta fase controla-se a espessura da camada anódica.

7.^a Fase: Coloração Orgânica: introduz-se o bastidor com o material já anodizado dentro de uma tina que contém oxalato de ferro amoniacal, a temperatura é aproximadamente de 65 °C. O tempo de imersão depende da tonalidade que se pretenda obter. Segue-se uma lavagem com água “normal”.

8.^a Fase: Colmatagem: esta fase é sempre precedida de duas lavagens com água desmineralizada, independentemente das fases pelas quais o material passou. Introduz-se o bastidor numa tina com água desmineralizada e o produto de colmatagem. Este banho encontra-se a cerca de 85 a 88 °C.

- 3) Secagem e desengate;
- 4) Controlo de qualidade;
- 5) Embalagem;
- 6) Armazém/expedição.

8.2.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se as potências dos equipamentos de maior potência instalada utilizados neste setor.

Tabela 35 - Características dos equipamentos produtivos - Anodização

Máquina - Referência	Potência (kW)
Retificador eletrolítico	228
Retificador 1	374
Retificador 2	374
Retificador 3	374
Retificador 4	298
Polimento	80

8.2.3 Consumo de energia

No setor da extrusão as fontes de energia utilizadas são a energia elétrica e o gás natural. O consumo referente a este setor rondou os **1 408 tep/ano**, ou seja, **29,6%** do consumo total.

Com vista a analisar o consumo de alguns dos equipamentos/setores e o seu perfil de funcionamento, são apresentados de seguida os diagramas de carga referentes ao funcionamento dos mesmos durante o período da auditoria.

• QGBT3

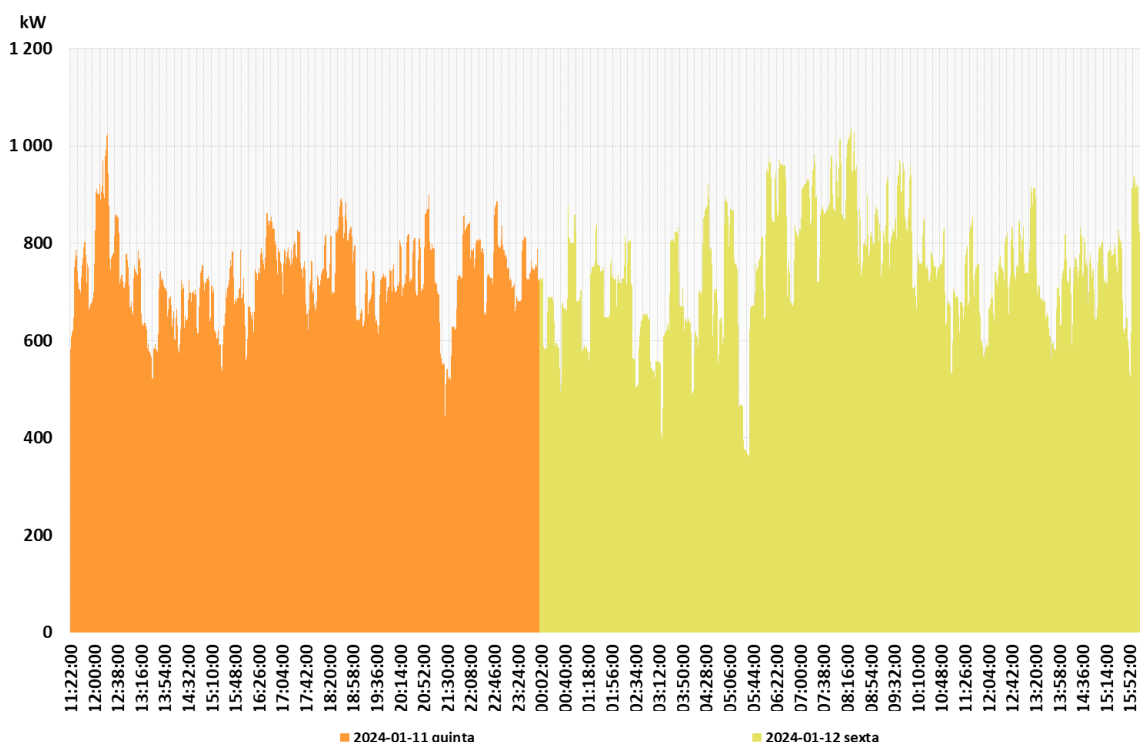


Gráfico 26 - Evolução da potência absorvida – QGBT3

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 362 kW e 1 035 kW, com o valor médio de 737 kW;
- O consumo referente a este setor representou **36,6%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

Este circuito elétrico alimenta vários circuitos, destacando-se a anodização, lacagem vertical 1 e 2, lacagem horizontal, central térmica, escritórios, entre outros.

- **Retificação**

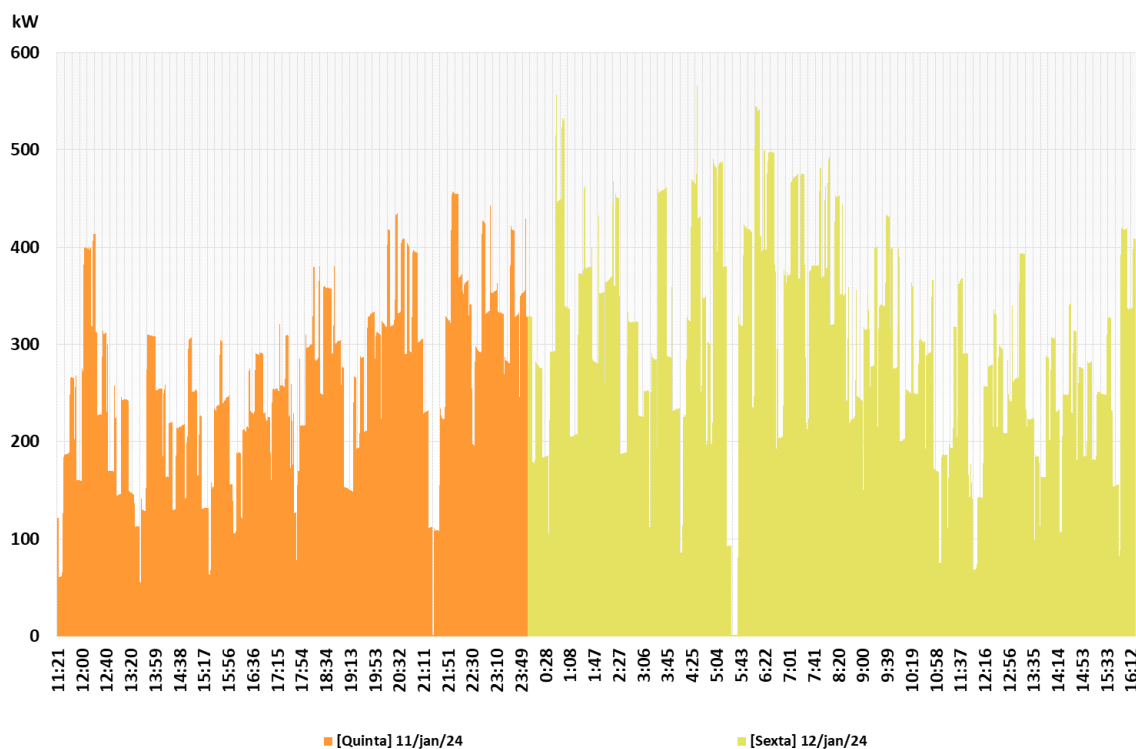


Gráfico 27 - Evolução da potência absorvida – Retificação

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 1,0 kW e 566,6 kW, com o valor médio de 280,6 kW;
- O consumo referente a este setor representou **14,0%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

8.3 Lacagem Vertical

8.3.1 Descrição

A **NAVARRA** possui uma linha de Lacagem Vertical SAT sendo que a linha de lacagem vertical convencional foi desmantelada. A linha de Lacagem Vertical SAT, ao invés da linha convencional, permite que os ganchos sejam engatados à altura de aproximadamente 1,5 m na horizontal por recurso de uma mesa alimentadora, facilitando assim o trabalho dos colaboradores, e permitindo também uma cadência de trabalho superior.

A produção de perfis termolacados na Lacagem Vertical, inicia-se com receção dos perfis provenientes da secção de Extrusão. Aqui, os perfis são sujeitos a um pré-tratamento químico e posterior secagem. De referir que o pré-tratamento químico é realizado por aspersão e não por imersão num banho. Seguidamente os perfis passam por um processo de pintura por deposição electrostática de tinta em pó, seguida de um processo de secagem.

Finalmente os perfis termolacados são embalados e armazenados no armazém de produto acabado enquanto aguardam a sua expedição.

O processo da lacagem vertical desenvolve-se de acordo com as seguintes etapas:

- 1) Receção do material;
- 2) Engate dos perfis na linha transportadora;
- 3) Tratamento químico;

O tratamento químico na Lacagem Vertical é constituído por 2 fases, que são a seguir descritas:

1.ª Fase: Os perfis sofrem um processo de desengorduramento/desoxidação com um produto químico ácido nas seguintes condições: Temperatura = Tamb.; Velocidade da Linha = 1,0 m/min.

Seguem-se 2 lavagens: uma com água “normal” e outra com água desmineralizada.

2.ª Fase: Fase de cromatação, onde os perfis são tratados com um produto à base de crómio hexavalente (Cr6+) nas seguintes condições: Temperatura = Tamb.; Velocidade da Linha = 1,0 m/min. Seguem-se 2 lavagens: uma com água “normal” e outra com água desmineralizada.

- 4) Secagem (em estufa);
- 5) Pintura (cabine de pintura);
- 6) Polimerização da tinta (em estufa);
- 7) Controlo da espessura do lacado, aspeto e tonalidade;
- 8) Desengate;
- 9) Controlo da qualidade;
- 10) Embalagem;
- 11) Armazém/expedição.

8.3.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se as potências dos equipamentos de maior potência instalada utilizados neste setor.

Tabela 36 - Características dos equipamentos produtivos – Lacagem vertical

Motores							
Setor	Lacagem		Lacagem		Lacagem		Lacagem
Equipamento	Lacagem Vertical 2		Lacagem Vertical 2		Lacagem Vertical 2		Lacagem Vertical 1
Função	Circul. Ácido no banho		Efeito chuveiro		Circul. Água		Ventilador Estufa/Forno (insuflação/recirculação)
Marca	SMEM		SMEM		Lowara		Seippee
Classe Eficiência	IE3		IE3		IE3		-
Quantidade	un.	2	2	4	8	1	1
Potência	kW	2,2	9,2	1,1			30,0
Corrente	A	-	16,1	4,1			53,0
Tensão	V	-	400	400			400
Velocidade	rpm	-	2930	2890			2950
Cosφ		-	0,91	0,79			0,90
VEV	Não		Não		Não		Não

n.d. - não disponível

Tabela 37 - Características dos equipamentos produtivos - Lacagem vertical (Continuação)

Motores						
Setor	Lacagem		Lacagem		Lacagem	
Equipamento	Lacagem Vertical 1		Lacagem Vertical 1		Lacagem Vertical 1	
Função	Banho Soda		Banho água		Banho ácido	
Marca	Lowara		Lowara		Lowara	
Classe Eficiência	IE2		IE2		IE2	
Quantidade	un.	2	6	2	2	13
Potência	kW	5,5	5,5	5,5	5,5	
Corrente	A	10,4	10,4	10,4	10,4	
Tensão	V	400	400	400	400	
Velocidade	rpm	2900	2900	2900	2900	
Cosφ		0,87	0,87	0,87	0,87	
VEV	Não		Não		Não	

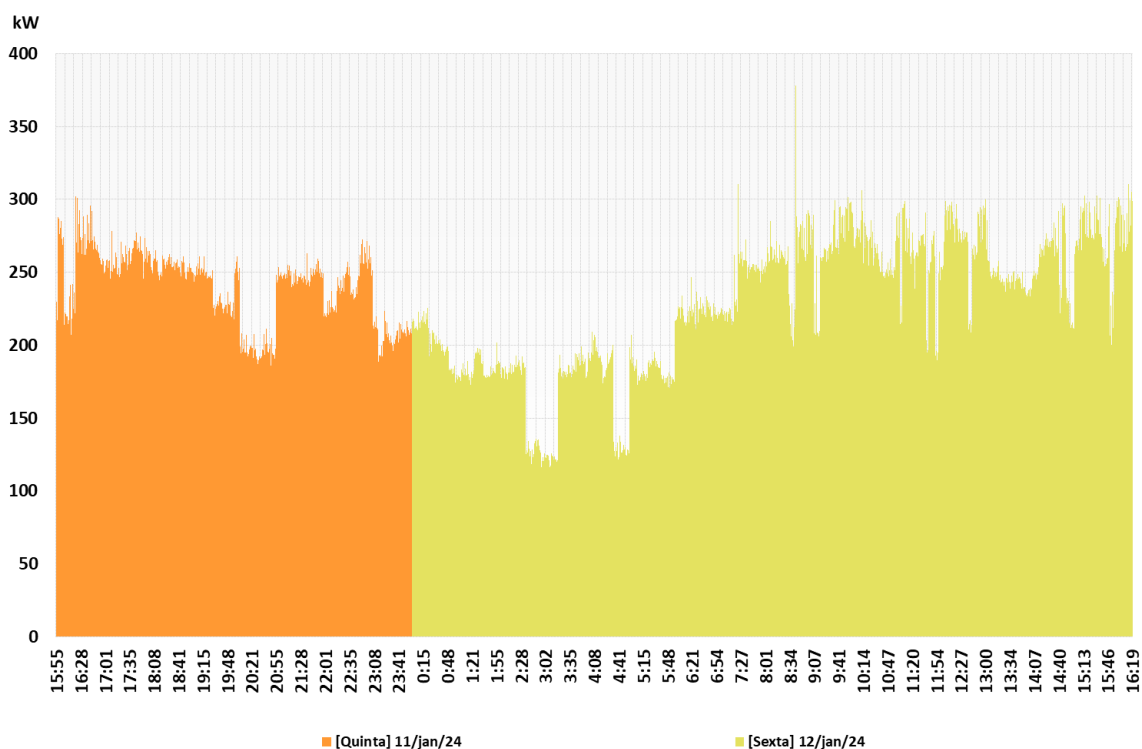
n.d. - não disponível

8.3.3 Consumo de energia

➤ MEDIÇÕES ELÉTRICAS

Com vista a analisar o consumo de alguns dos equipamentos/setores e o seu perfil de funcionamento, são apresentados de seguida os diagramas de carga referentes ao funcionamento dos mesmos durante o período da auditoria.

• *Lacagem Vertical*


Gráfico 28 - Evolução da potência absorvida – Lacagem Vertical

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 116,2 kW e 378,0 kW, com o valor médio de 232,3 kW;

- O consumo referente a este setor representou 11,8% do consumo total de energia elétrica das instalações.

➤ **MEDIÇÕES TÉRMICAS**

Através da medição dos gases de combustão foi possível determinar o rendimento dos queimadores, através do método das perdas, apresentando-se abaixo os parâmetros da medição e os resultados obtidos.

Tabela 38 - Parâmetros da medição dos gases de combustão

Parâmetros	FF22 - Forno de polimerização LV2	FF26 - Túnel de secagem LV2	FF42 - Túnel de secagem LV3
Combustível	Gás Natural	Gás Natural	Gás Natural
Data da medição	12/01/2024	12/01/2024	12/01/2024
Temp. Fumos [°C]	235,0	257,5	364,2
CO ₂ [%]	9,4%	7,9%	9,1%
O ₂ [%]	4,4%	7,0%	5,0%
CO [ppm]	470,0	150,8	28,5
Excesso de ar [%]	26,7%	49,8%	31,4%
Temp. Ambiente [°C]	16,2	14,4	15,7

Tabela 39 - Rendimento da caldeira (Método das Perdas)

Rendimento Térmico (Método das perdas)	FF22 - Forno de polimerização LV2	FF26 - Túnel de secagem LV2	FF42 - Túnel de secagem LV3
Perdas pela chaminé	9,2%	12,1%	15,2%
Perda por H ₂ O	2,7%	3,0%	3,9%
Perda por CO	0,2%	0,1%	0,0%
Perdas por radiação	2,3%	2,3%	2,3%
Perda por purga	0,0%	0,0%	0,0%
Eficiência [%]	85,55%	82,56%	78,58%

Pgc = Perdas associadas ao calor sensível nos gases secos de combustão (%)

PH₂O = Perdas associadas à entalpia do vapor de água nos gases de combustão (%)

PCO = Perdas associadas à inqueimados nos gases de combustão (%)

PP = Perdas associadas às purgas (%) (apenas aplicáveis às caldeiras de vapor)

Pr = Perdas por radiação, convecção e outras perdas não-contabilizáveis (%)

Os valores de referência para a %O₂ presente nos gases de combustão é cerca de 3%. Analisando a tabela anterior verificamos que a %O₂ nos gases de combustão das fontes FF22, FF26 e FF42 apresentam valores de 4,4%, 7,0% e 5,0%, respetivamente. Apesar dos valores de %O₂ já não sejam tão elevados como os valores encontrados nas fontes quentes da extrusão, existe possibilidade de melhoria e, por isso, também recomendamos a afinação dos queimadores neste setor.

8.4 Lacagem Horizontal

8.4.1 Descrição

Na Lacagem Horizontal o processo de termolacagem inicia-se também com a receção dos perfis provenientes da secção de Extrusão. Nesta secção os perfis são sujeitos a um pré-tratamento químico por imersão em banhos ativos. Após o pré-tratamento, os perfis são secos, pintados electrostaticamente, passando posteriormente por um forno de polimerização.

Por fim, os perfis são embalados e armazenados para posterior expedição, contudo, alguns dos perfis podem ainda ser sujeitos a um novo acabamento, desta vez na secção de Acabamento Madeira.

O processo da lacagem horizontal desenvolve-se de acordo com as seguintes etapas:

- 1) Receção do material;
- 2) Engate dos perfis;
- 3) Tratamento químico;

O tratamento químico na Lacagem Horizontal é constituído por 3 fases, que são a seguir descritas:

1.ª Fase: Os perfis sofrem um processo de desengorduramento com um produto químico alcalino nas seguintes condições: Temperatura = 60 °C; Tempo de Imersão: $\cong$ 10 min. Segue-se uma lavagem com água “normal”.

2.ª Fase: Os perfis sofrem um processo de desoxidação com um produto químico ácido nas seguintes condições: Temperatura = T amb.; Tempo de Imersão: $\cong$ 15 min.

Seguem-se 2 lavagens: uma com água “normal” e outra com água desmineralizada.

3.ª Fase: Fase de cromatação, na qual os perfis são tratados com um produto à base de crómio e ácido nítrico, e que ocorre nas seguintes condições: Temperatura = T amb.; Tempo de Imersão: $\cong$ 3 min.

Seguem-se 2 lavagens: uma com água “normal” e outra com água desmineralizada.

- 4) Secagem (em estufa);
- 5) Desengate;
- 6) Engate na linha transportadora que conduz os perfis/chapas até à cabine de pintura;
- 7) Pintura (cabine de pintura);
- 8) Polimerização da tinta (em estufa);
- 9) Desengate;
- 10) Controlo de qualidade;
- 11) Embalagem;
- 12) Armazém/expedição.

8.4.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se as potências dos equipamentos de maior potência instalada utilizados neste setor.

Tabela 40 - Características dos equipamentos produtivos – Lacagem horizontal

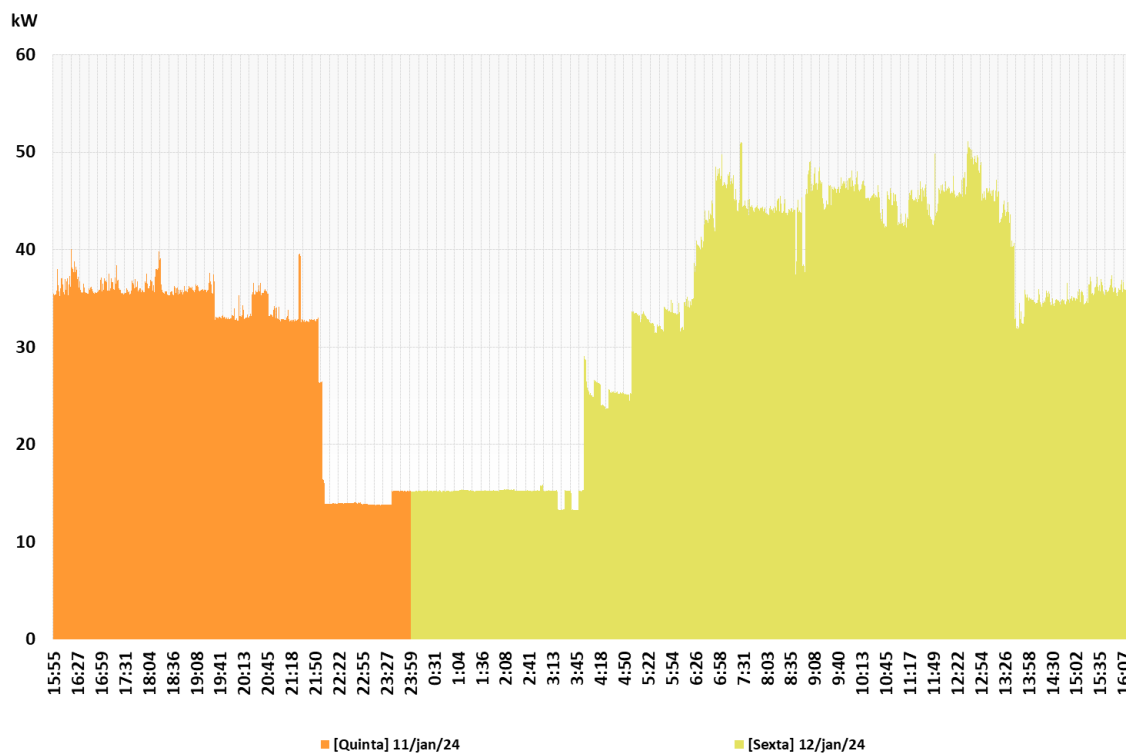
Motores		
Setor	Lacagem	
Equipamento	Lacagem Horizontal	
Função	Ventilador Recirculação	
Marca	Siemens	
Classe Eficiência	EFF2	
Quantidade	un.	2
Potência	kW	7,5
Corrente	A	15,4
Tensão	V	380
Velocidade	rpm	1455
Cosφ	0,82	
VEV	Não	

n.d. - não disponível

8.4.3 Consumo de energia

Com vista a analisar o consumo de alguns dos equipamentos/setores e o seu perfil de funcionamento, são apresentados de seguida os diagramas de carga referentes ao funcionamento dos mesmos durante o período da auditoria.

- Lacagem Horizontal**


Gráfico 29 - Evolução da potência absorvida – Lacagem Horizontal

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 13,3 kW e 51,1 kW, com o valor médio de 32,6 kW;
- O consumo referente a este setor representou 1,7% do consumo total de energia elétrica das instalações.

8.5 Acabamento Madeira

8.5.1 Descrição

Depois de lacados na secção da lacagem horizontal, os perfis são envolvidos numa película que contém o “desenho” da madeira que se pretende imitar. Seguidamente, é-lhes retirado todo o ar que ficou contido entre a película e o perfil. Depois, são colocados num forno a gás à temperatura de 230 °C durante 5 a 10 minutos (dependendo da área e peso dos perfis). Se em vez de perfis forem chapas, estas são colocadas num forno elétrico à temperatura de cerca de 260 °C durante cerca de 10 minutos.

No final retira-se a película, faz-se o controlo de qualidade, embala-se o material e coloca-se em armazém.

8.5.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se as potências dos equipamentos de maior potência instalada utilizados neste setor.

Tabela 41 - Características dos equipamentos produtivos – Acabamento de madeira

Máquina - Referência	Potência (kW)
Forno de perfis da lacagem madeira	16
Forno de chapas da lacagem madeira	66

No forno dedicado à lacagem de madeira também foi realizada uma medição térmica, mas devido a possuir valores elevados de CO, colocava em risco o bom funcionamento do equipamento de medição. Deste modo não foi concluída a medição de maneira a conseguir obter o rendimento do queimador do forno da lacagem de madeira.

8.6 Rutura térmica e Mecanização

8.6.1 Descrição

Na seção de Rutura Térmica os perfis provenientes dos restantes processos de transformação (extrusão, anodização e termolacagem) são sujeitos a uma montagem, de forma a "construir" um perfil final, constituído por "n" perfis singulares. Esta operação confere aos perfis de alumínio, um melhor isolamento térmico e acústico, bem como um aumento da eficiência energética associada à sua aplicação final, redução dos custos de climatização, permitindo a utilização de vãos em bicolor.

8.6.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se as potências dos equipamentos de maior potência instalada utilizados neste setor.

Tabela 42 - Características dos equipamentos produtivos – Rutura térmica e mecanização

Máquina - Referência	Potência (kW)
Rutura térmica	44
Máquinas do corte e mecanização: Satélite	2,8
Máquinas do corte e mecanização: Olipal	1,4
Máquinas do corte e mecanização: Phantomatic	4,2
Máquinas do corte e mecanização: V-Cut	4,2
Máquinas do corte e mecanização: Vegamatic	4,5
Máquinas do corte e mecanização: serra de corte a frio	5,5

9. ANÁLISE DOS SETORES CONSUMIDORES DE ENERGIA – SETORES AUXILIARES

9.1 Central de ar comprimido

9.1.1 Descrição

Na instalação da **NAVARRA** existem duas centrais de ar comprimido, a central de ar comprimido principal está associada aos setores da extrusão, anodização, lacagem horizontal e lacagem vertical e a restante está associada ao Armazém de Produto Acabado.

A central de ar comprimido principal é constituída por cinco compressores, cinco depósitos e três secadores. Os compressores são dois Atlas Copco GA 55VSD, dois compressores Atlas Copco GA55VSDFF e um Atlas Copco GA 110. O compressor GA110 na altura da auditoria encontrava-se avariado, o que já acontecia há vários meses. A central de ar comprimido principal possui também cinco depósitos, dois deles com 0,75 m³ e os restantes com 1,0 m³, 1,1 m³ e 2,0 m³ de capacidade. Relativamente aos secadores existem três, um da Ingersoll Rand Modelo D600IN-A, um da Atlas Copco Modelo FD 230 e um da SerfriAir Modelo SDN 110. A pressão de funcionamento da central de ar comprimido é de 7,4 bar.

A central da Armazém, é constituída por um compressor, da marca Atlas Copco, modelo GA122 e um depósito de acumulação de 750 L. A pressão de funcionamento é de 7,0 bar, e o compressor encontra-se maioritariamente das vezes desligado, uma vez que as necessidades de ar comprimido são muito reduzidas.

Existe também ainda ao longo da fábrica um depósito de 1 m³ na zona da matrizaria e um secador Atlas Copco FD 122 no setor de corte CNC.

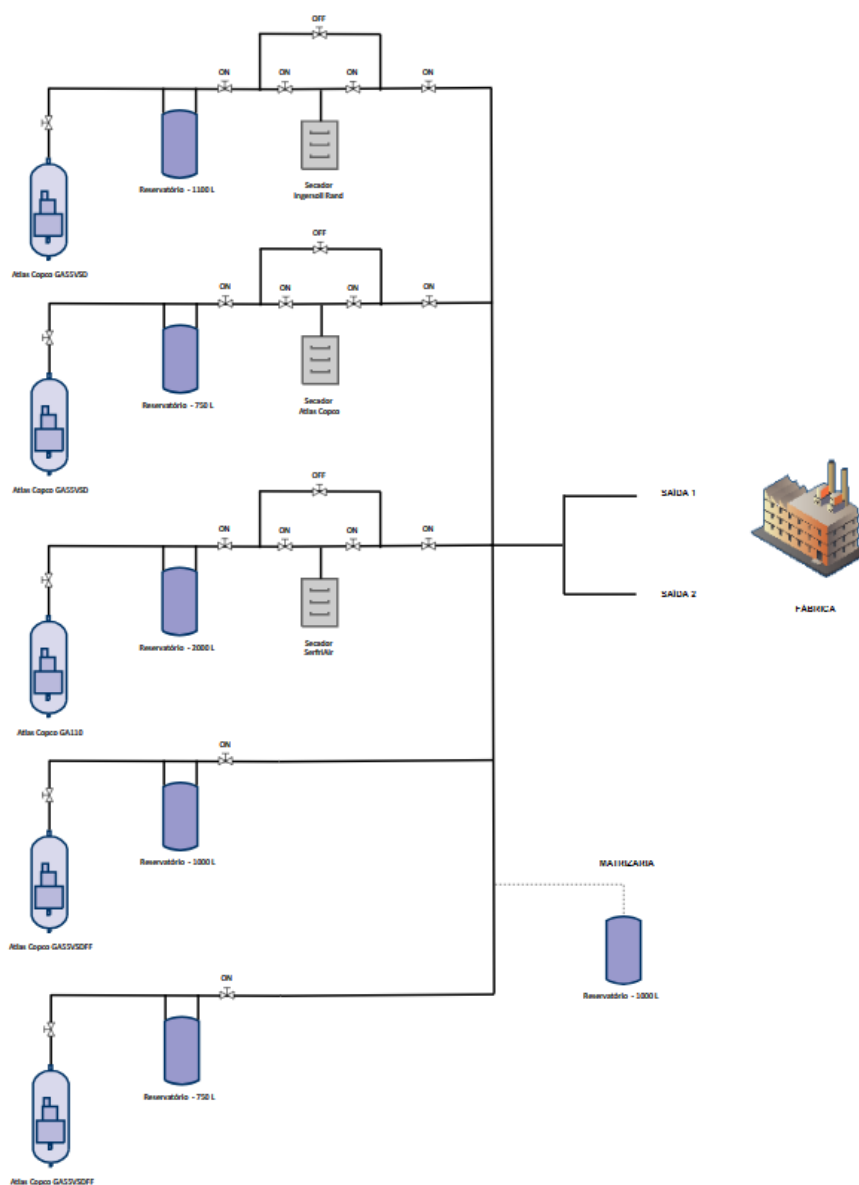


Figura 2 - Esquema simplificado da central de ar comprimido da Fábrica

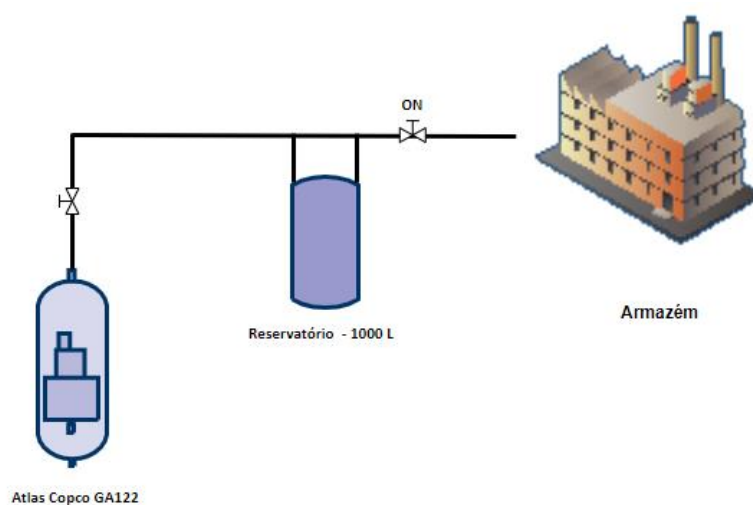


Figura 3 - Esquema simplificado da central de ar comprimido da Armazém

De seguida apresentam-se algumas imagens dos equipamentos existentes.



Figura 4 - Central de ar comprimido da Fábrica e da Armazém

9.1.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se as potências dos equipamentos de maior potência instalada utilizados neste setor.

Tabela 43 - Características dos compressores de ar comprimido

		Compressores					
Localização		Central Ar comprimido					Armazém
Marca		Atlas Copco	Atlas Copco	Atlas Copco	Atlas Copco	Atlas Copco	Atlas Copco
Modelo		GA55VSD	GA55VSD	GA55VSDFF	GA110	GA55VSDFF	GA 122
Ano		2008	2006	2010	-	2011	1983
Quantidade	un.	1	1	1	1	1	1
Tecnologia		Parafuso Lubrificado					
Acionamento		VSD	VSD	VSD	carga-vazio	VSD	carga-vazio
Potência	kW	55,0	55,0	55,0	110,0	55,0	22,0
Velocidade	rpm	5 200	5 200	5 200	n.d.	5 200	1 500
Caudal	m³/min	10,30	10,30	10,30	20,4	10,30	3,12
Pressão máx.	bar	13	13	12,8	8,5	12,8	7,5
Horas totais	h	104 409	73 907	59 607	-	71 179	86 851
Horas em carga	h				-		n.d.
1-20%	%	11%	16%	21%	-	14%	-
20-40%	%	28%	29%	49%	-	32%	-
40-60%	%	32%	34%	18%	-	35%	-
60-80%	%	16%	14%	9%	-	14%	-
80-100%	%	13%	7%	3%	-	5%	-
% carga média	%	48,4%	43,4%	34,8%	-	42,8%	-

n.d. - não disponível

n.a. - não aplicável

Tabela 44 - Características dos depósitos de ar comprimido

		Depósitos					
Localização		Central de Ar comprimido					Armazém
Marca		CITERGAZ	Atlas Copco	CITERGAZ	CITERGAZ	CITERGAZ	Matrizaria (Antiga Central)
Modelo		n.d.	PLDA-1000-8	005F 13 ITG	5EN75010	n.d.	5EN75010
Ano		2011	1989	2017	2004	1999	2007
Quantidade	un.	1	1	1	1	1	1
Pressão máx.	bar	16	8	10	10	10	10
Temperatura min. e má	°C	-15/50	-15/50	-15/50	-15/50	-15/50	-15/50
Capacidade	m³	0,75	1,00	2,00	0,75	1,10	0,75

Tabela 45 - Características dos secadores de ar comprimido

		Secadores			
Localização		Central de Ar comprimido			Corte CNC
Marca		Ingersoll Rand	Atlas Copco	SerfriAir	Atlas Copco
Modelo		D600IN-A	FD 230	SDN 110	FD 122
Ano		2016	2006	n.d.	n.d.
Quantidade	un.	1	1	1	n.d.
Potência	kW	1,73	2,4	2,79	n.d.
Pressão máx.	bar	14	13	16	n.d.

n.d. - não disponível

9.1.3 Consumo de energia

Na produção de ar comprimido a única fonte de energia utilizada é a energia elétrica. O consumo referente a este serviço auxiliar rondou os **275,5 tep/ano**, ou seja, **5,8%** do consumo total.

Com vista a analisar o consumo de alguns dos equipamentos/setores e o seu perfil de funcionamento, são apresentados de seguida os diagramas de carga referentes ao funcionamento dos mesmos durante o período da auditoria.

- **Central de ar comprimido da Fábrica**

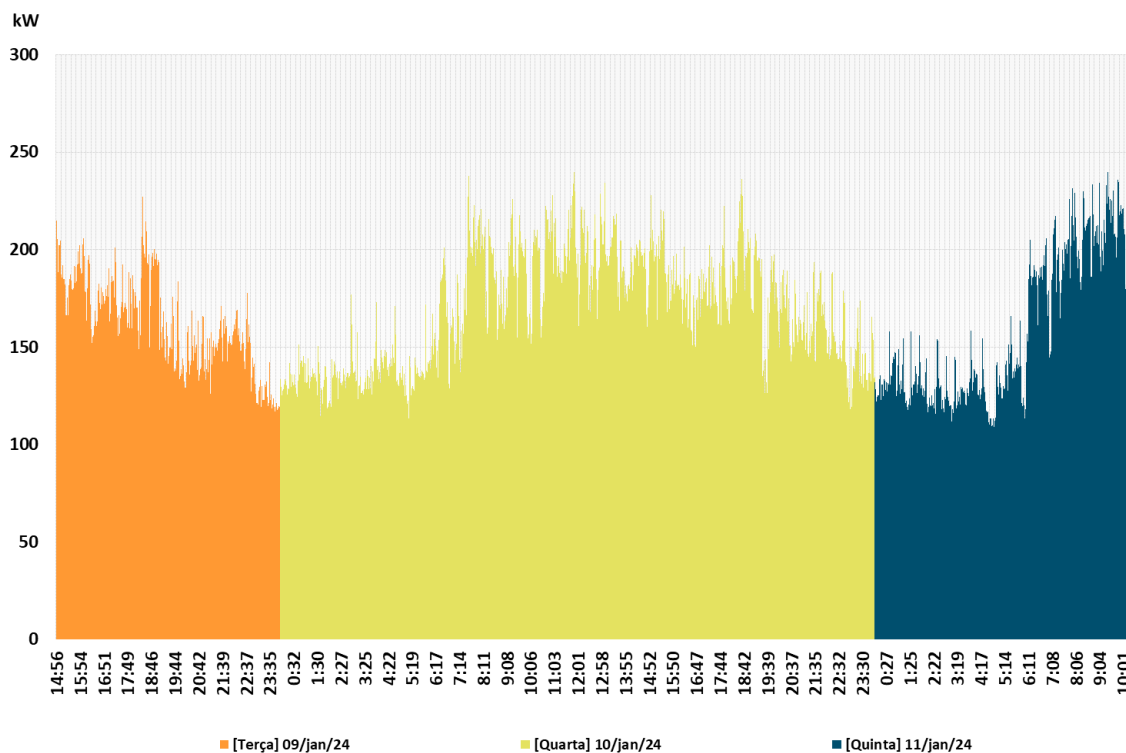


Gráfico 30 - Evolução da potência absorvida – Central de ar comprimido da Fábrica

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 102,5 kW e 239,8 kW, com o valor médio de 162,1 kW;
- O consumo referente a este setor representou **8,6%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• Compressor 3 – GA55VSD

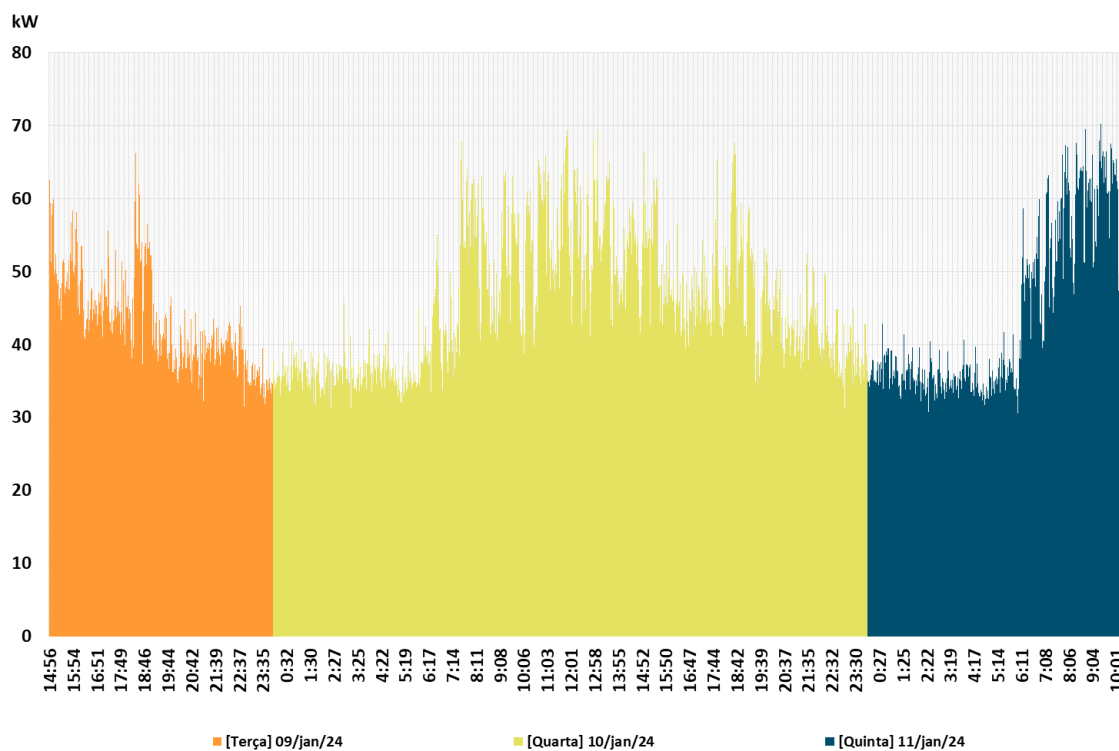


Gráfico 31 - Evolução da potência absorvida – Compressor 3 – GA55VSD

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 29,2 kW e 70,3 kW, com o valor médio de 43,4 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **2,3%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• Compressor 1 – GA55VSD

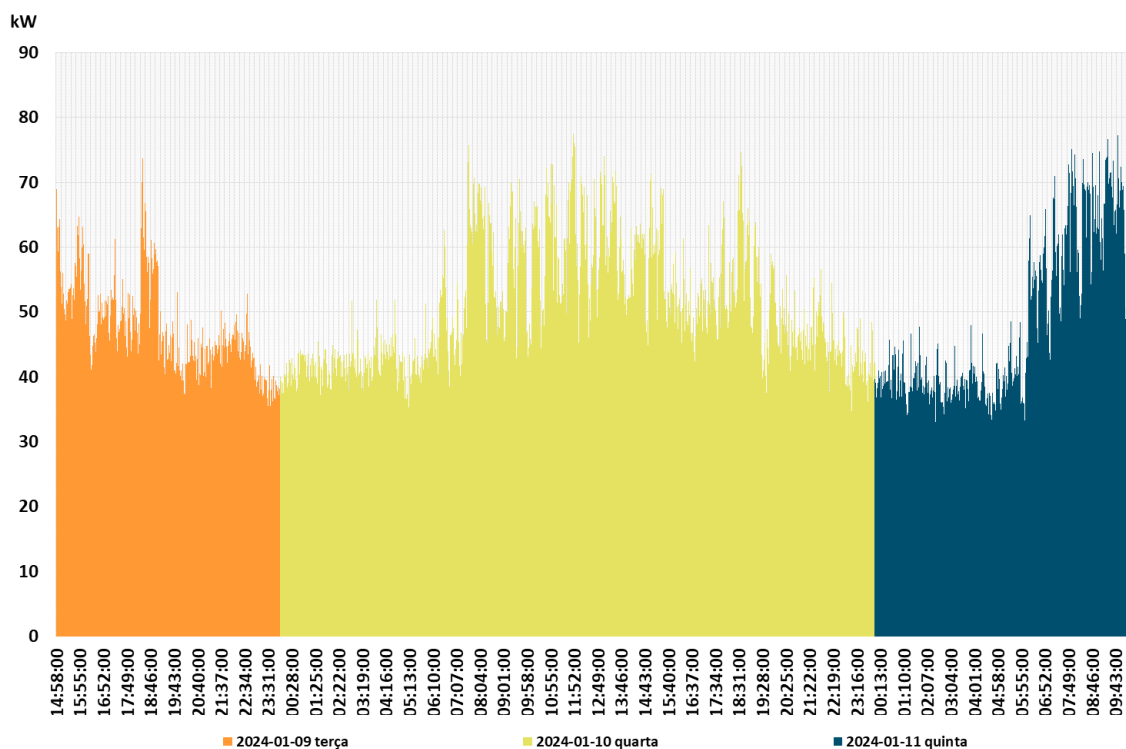


Gráfico 32 - Evolução da potência absorvida – Compressor 1 – GA55VSD

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 31,9 kW e 77,5 kW, com o valor médio de 48,4 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **2,6%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• **Compressor 6 – GA55VSDFF**

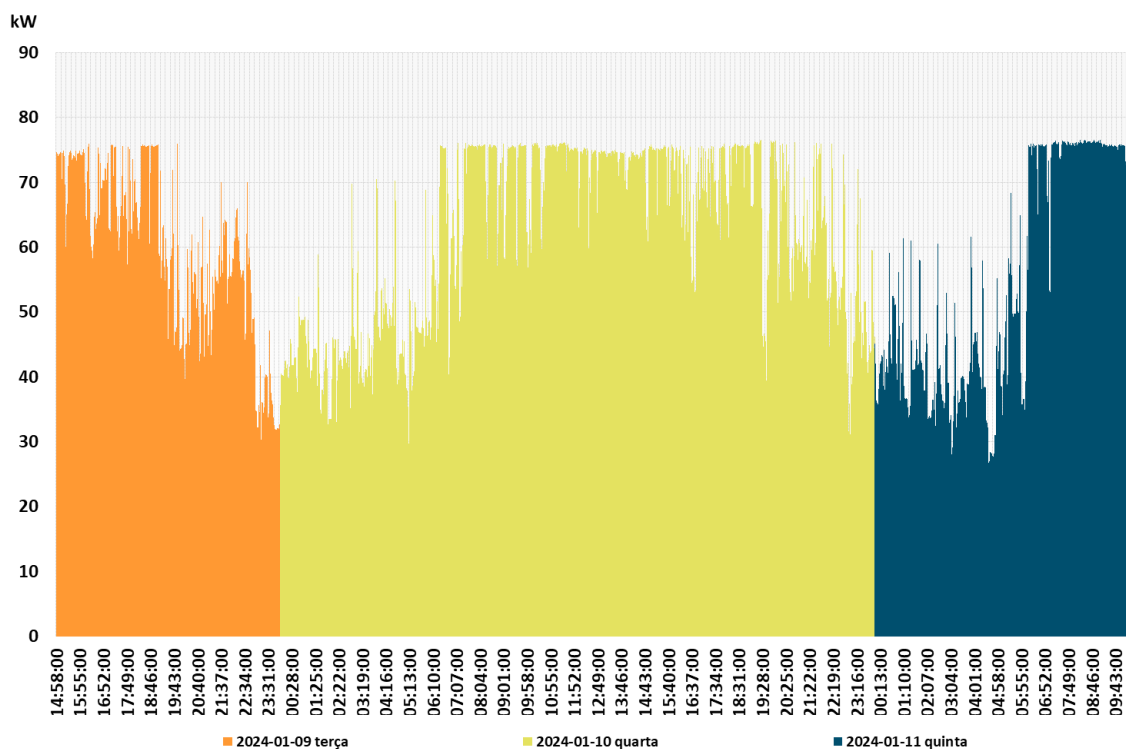


Gráfico 33 - Evolução da potência absorvida – Compressor 6 – GA55VSDFF

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 25,3 kW e 76,6 kW, com o valor médio de 59,1 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **3,1%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

• **Compressor 7 – GA55VSDFF**

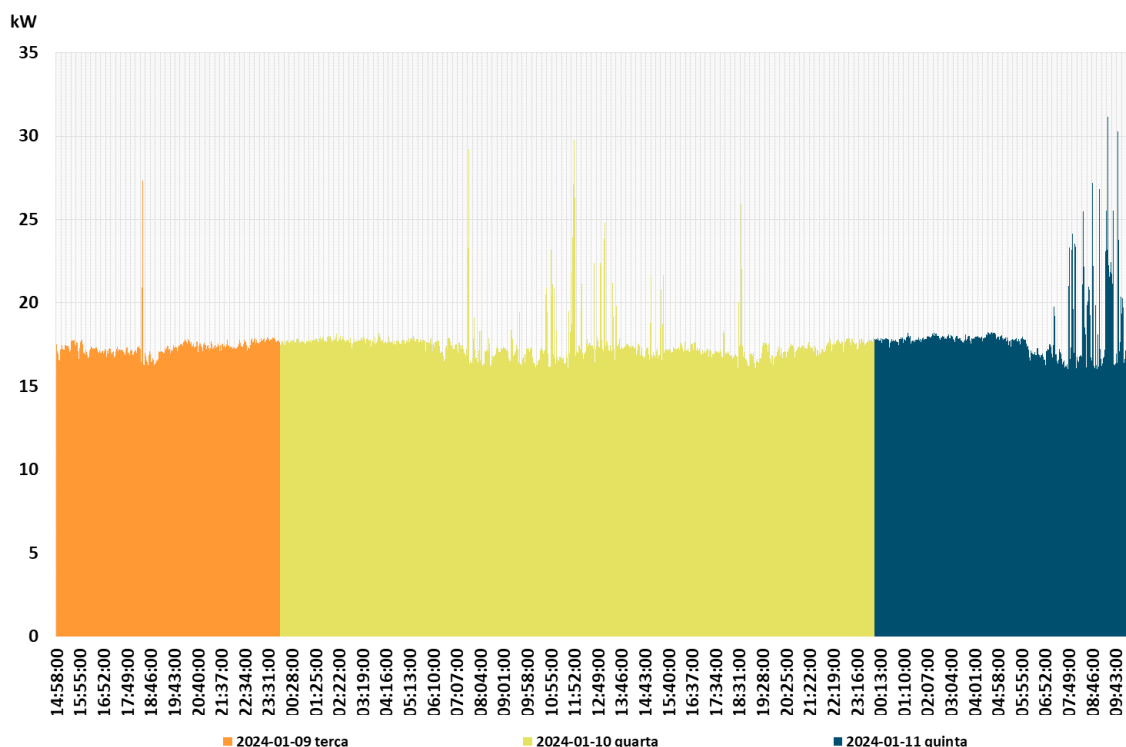


Gráfico 34 - Evolução da potência absorvida – Compressor 7 – GA55VSDFF

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 15,9 kW e 31,2 kW, com o valor médio de 17,5 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **0,9%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

9.1.4 Potencial de poupança de energia

Tendo em vista a redução dos consumos de energia neste setor, sugere-se a realização das seguintes medidas:

Exatidão do ar quente dos compressores para o exterior - Redução da temperatura na central de ar comprimido

No decorrer da auditoria verificou-se que a temperatura da central de ar comprimido era demasiado elevada, no entanto, a temperatura de admissão deve ser o mais frio possível de forma a evitar o agravamento do consumo de energia elétrica na produção de ar comprimido.

Segundo o manual de auditorias energéticas na indústria da ADENE, como referência pode-se considerar que, por cada 4°C de aumento de temperatura do ar de aspiração, o consumo de energia aumenta 1% para o mesmo volume de ar comprimido, e para cada 3°C de redução de temperatura do ar aspirado, verifica-se um aumento de 1% da capacidade do compressor para o mesmo consumo.

Para efetuar o cálculo desta medida, foi colocado um sensor de temperatura de modo a registar a variação da temperatura da sala de compressores, obtendo-se uma temperatura média de 28°C. De salientar que estas medições

foram efetuadas em janeiro, como tal, será de esperar que no Verão a temperatura da sala dos compressores ainda seja superior aos valores registados no momento da auditoria.

Ainda segundo o manual da ADENE, a tabela seguinte apresenta a relação entre o aumento ou diminuição da potência absorvida do compressor em função da temperatura do ar de aspiração, tendo como valor de referência os 21°C.

Tabela 46 - Variação da potência absorvida com a temperatura de aspiração (*Manual de Auditorias Energéticas*)

Temperatura do ar de aspiração [°C]	Variação na potência absorvida Temp. de referência: 21°C
-1	-7,5 %
4	-5,7 %
10	-3,8 %
16	1,9 %
21	0,0 %
27	1,9 %
32	3,8 %
38	5,7 %
43	7,6 %
49	9,5 %

Dado que nem todas as temperaturas estão indicadas, as variações para as temperaturas intermédias foram determinadas por interpolação, obtendo-se a seguinte tabela.

Tabela 47 - Variação da potência absorvida com a temperatura de aspiração – situação existente

Temperatura do ar (°C)	Variação na potência absorvida
21	0,00%
25 ¹	1,27%
27	1,90%
28 ¹	2,28%
31 ¹	3,42%
32	3,80%

¹ As variações obtidas para estas temperaturas foram obtidas por interpolação

A solução preconizada para esta medida contempla a instalação de condutas na saída de ar de cada compressor de modo a canalizar o ar quente para o armazém anexo (setor não climatizado), durante o inverno, e durante o Verão enviado para o exterior. Os pressupostos utilizados para o cálculo desta medida foram os seguintes:

Tabela 48 - Pressupostos considerados na redução de temperatura da central de ar comprimido

	Inverno	Verão
Condições atuais estimadas [°C]	28	31
Condições futuras estimadas [%]	21	25
Redução pot. absorvida (%)	2,28%	2,15%
Redução média pot. absorvida [%]	2,22%	
Consumo anual [MWh]	1 274,5	
Economia [MWh]	28,23	

O resumo das economias globais previstas com a implementação desta medida é apresentado na tabela seguinte.

Tabela 49 - Resumo da medida Redução da temperatura do ar da central de ar comprimido

Fonte de Energia	Redução de Energia e emissões de CO ₂			Poupança	Invest.	PRI (anos)
	(MWh/ano)	(tep)	(tCO ₂)	(€)	(€)	
Energia Elétrica	28,2	6,1	13,3	818	16 142	19,7

✚Otimização do funcionamento da central de ar comprimido (Prioridade ao compressor GA110 para funcionamento com mais 2 compressores GA55VSD)

Através das medições elétricas efetuadas foi possível obter o consumo anual, para a produção de ar comprimido e respetivo consumo específico associado à central de ar comprimido, nas condições de funcionamento existentes no período de auditoria energética. Para além disso, constatou-se que alguns compressores já possuem um elevado número de horas de funcionamento.

Dado que se verificou que existe uma base de potência absorvida na ordem dos 120 kW (ver gráfico 30), avaliou-se qual seria o consumo energético da central com o compressor GA110 a funcionar juntamente com os outros compressores GA55VSD, utilizando as curvas características respetivas. O princípio de funcionamento seria o GA110 a funcionar como prioridade e um ou dois dos compressores com velocidade variável complementar a produção de ar de acordo com as necessidades da Navarra.

Nos gráficos seguintes apresentam-se os diagramas de carga resultantes das medições realizadas no período de auditoria energética e na simulação para a situação futura, assim como os perfis de consumo de ar comprimido simulado, também para cada uma das situações consideradas.

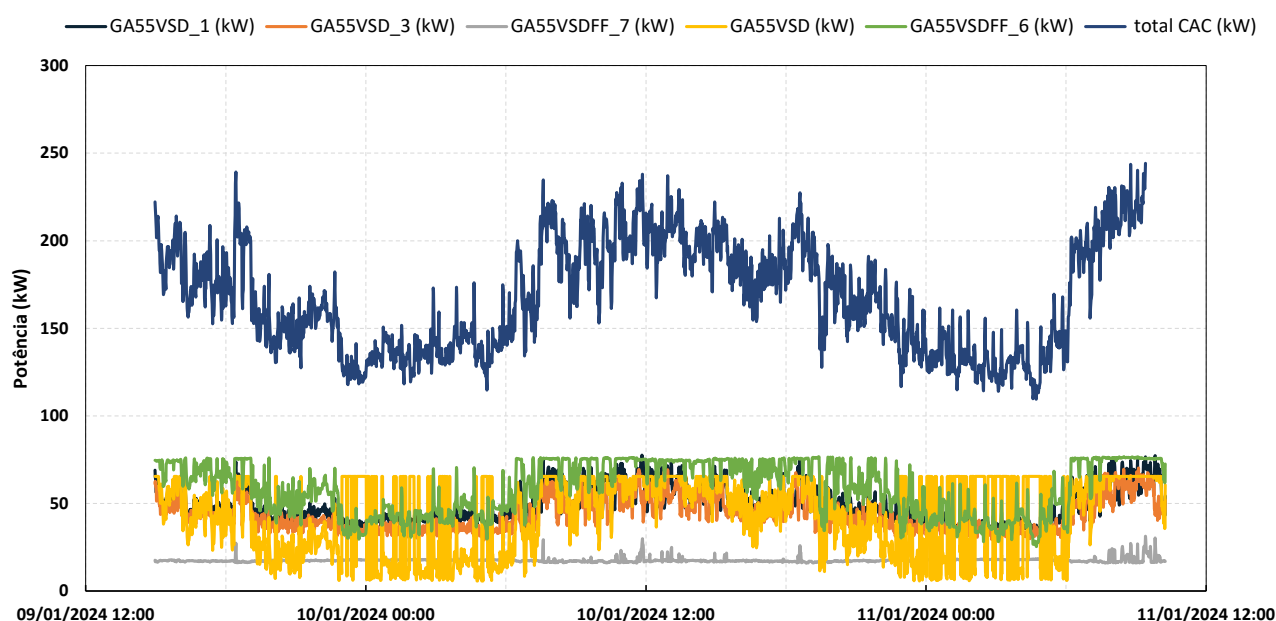


Gráfico 35 - Diagramas de carga por compressor e total – situação atual

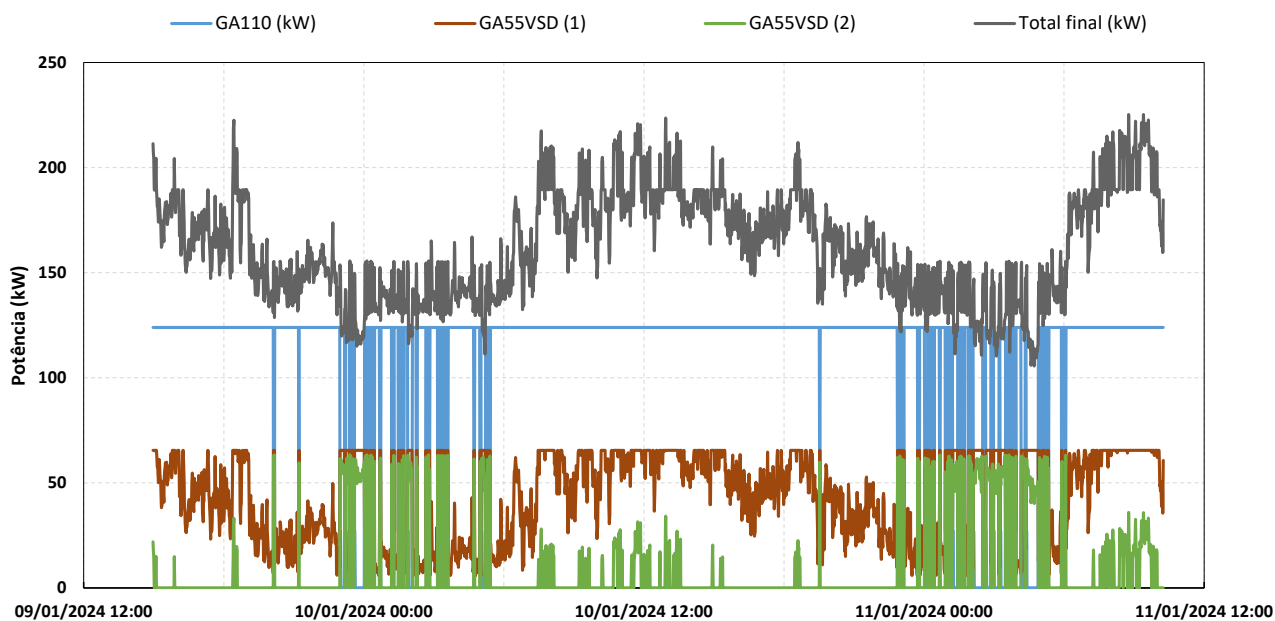


Gráfico 36 - Diagramas de carga por compressor e total – situação futura

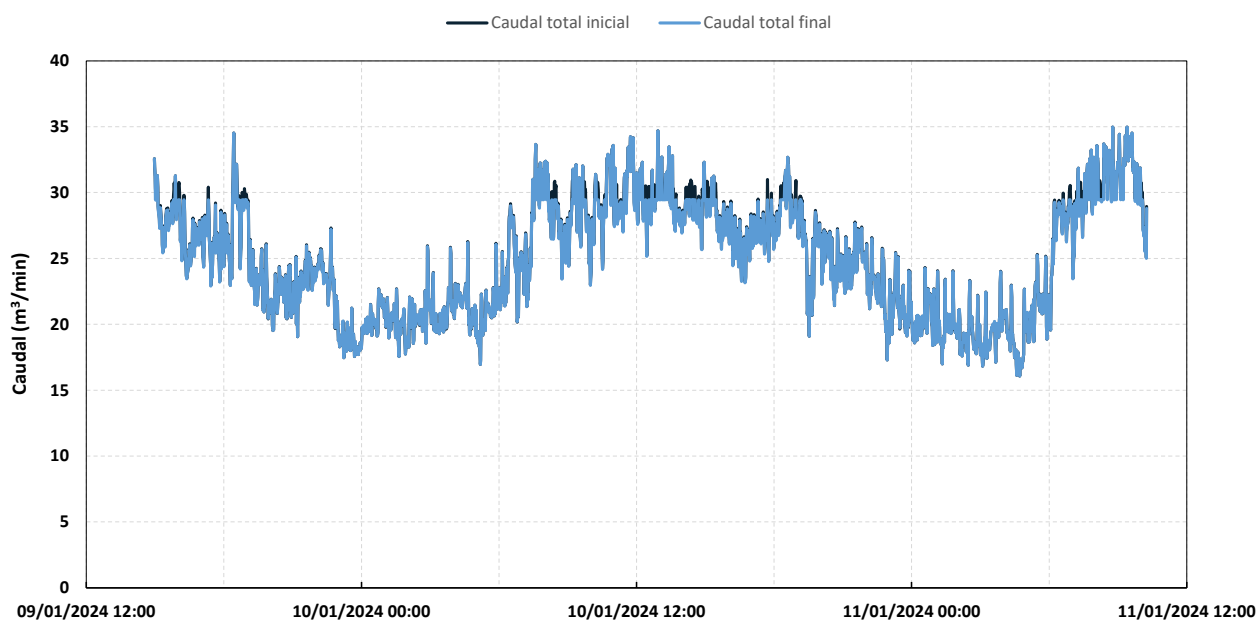


Gráfico 37 - Simulação do perfil de consumo de ar comprimido – situação atual e futura

Na tabela seguinte apresentam-se os pressupostos de funcionamento atual, determinados com base nas medições elétricas efetuadas na auditoria e no consumo energético anual, assim como as estimativas de consumo anual futuro, com os pressupostos indicados atrás. Considerou-se que o volume de ar necessário seria o mesmo.

Tabela 50 - Pressupostos de funcionamento dos compressores, atual e futuros

Período monitorização			Situação 2023			Estimativa da situação futura - Reparar GA110		
Energia consumida	Volume ar produzido	Consumo Específico	Consumo ¹	Consumo Específico	Produção de ar ¹	Consumo	Consumo Específico	Produção de ar
kWh	m ³	kWh/m ³	MWh/ano	kWh/m ³	m ³ /ano	MWh/ano	kWh/m ³	m ³ /ano
7 292	64 857	0,1124	1 274,5	0,1124	11 336 679	1 228,00	0,1083	11 336 679

¹ Tendo como base o período de monitorização e a desagregação anual.

Verifica-se que o resultado da simulação futura apresenta um consumo específico mais baixo que o da configuração atual. Em termos de volume de ar produzido, a simulação indicou uma redução de 0,4%, o que se considera irrelevante.

Com base nas simulações referidas, determinou-se a economia estimada com a alteração das condições de funcionamento da central de ar comprimido conseguida com a reparação do GA110, indicando-se na tabela seguinte os resultados obtidos.

Ressalva-se que esta medida, à data de elaboração deste relatório, já tinha sido implementada (final de janeiro de 2024).

Tabela 51 - Tabela resumo da medida – Otimização do funcionamento da central de ar comprimido

Fonte de Energia	Solução	Redução de Energia e Emissões de CO ₂			Poupança (€)	Investimento ¹ (€)	PRI (anos)	Redução (%)
		MWh/ano	tep	tCO ₂				
Energia Elétrica	GA110 + 2 x G55VSD	46,5	10,0	21,9	1 348,9	24 600	18,2	3,7%

¹ Valor referente à reparação do compressor e revisão

NOTA: Salienta-se que os pressupostos apresentados se baseiam no perfil de funcionamento atual e necessidades atuais. Dado que há perspetivas de crescimento da empresa ao longo do PREn, tanto ao nível de equipamentos produtivos como auxiliares (uma nova anodização, uma nova ETAR, uma nova prensa, um novo armazém inteligente de perfis, o aumento dos pavilhões da embalagem), as condições de produção de ar comprimido serão diferentes, pelo que deverá ser feita uma nova avaliação. De qualquer forma, a metodologia de utilizar um compressor carga-vazio para assegurar o consumo base de ar comprimido, complementado por um (ou mais) compressores com variação de velocidade mantém-se. A comprovação da eficaz implementação desta medida será realizada através da monitorização em contínuo da potência absorvida pelos compressores, através dos analisadores de energia a instalar no circuito elétrico de cada compressor e que serão incorporados no sistema de gestão de energia a implementar. Recomenda-se, ainda, a instalação de um caudalímetro de ar geral na central de ar comprimido, se possível.

9.2 Produção de Energia térmica

9.2.1 Descrição

Para produção de vapor existe uma central térmica constituída por duas caldeiras a gás natural, interligadas a uma rede de vapor, com uma pressão de serviço de 7 bar. Em regime normal funciona a caldeira de maior capacidade. O vapor produzido é utilizado de modo indireto, para aquecimento das águas quentes sanitárias, na lacagem vertical e horizontal (para aquecimento os banhos de desengordoramento da lacagem vertical e horizontal) e no sector da anodização (para aquecimento banhos de colmatagem).

De salientar que a caldeira maior já se encontra equipada com economizador de calor, e o tratamento da água é efetuado com lavagem dos filtros polidores para o tratamento microbiológico.

No que diz respeito às purgas, as caldeiras só têm purgas de fundo. As purgas de fundo são realizadas de forma manual, três vezes em cada turno, com a duração de 10 segundos cada.

Quanto aos isolamentos das tubagens de distribuição de vapor e condensado, verificou-se que as mesmas se encontram isoladas, com a exceção de alguns acessórios (válvulas e filtros).

Quanto à inspeção dos purgadores de vapor, encontra-se implementado um plano anual de verificação quanto ao seu estado de funcionamento.

De seguida, apresenta-se o diagrama simplificado, da central produção de vapor.

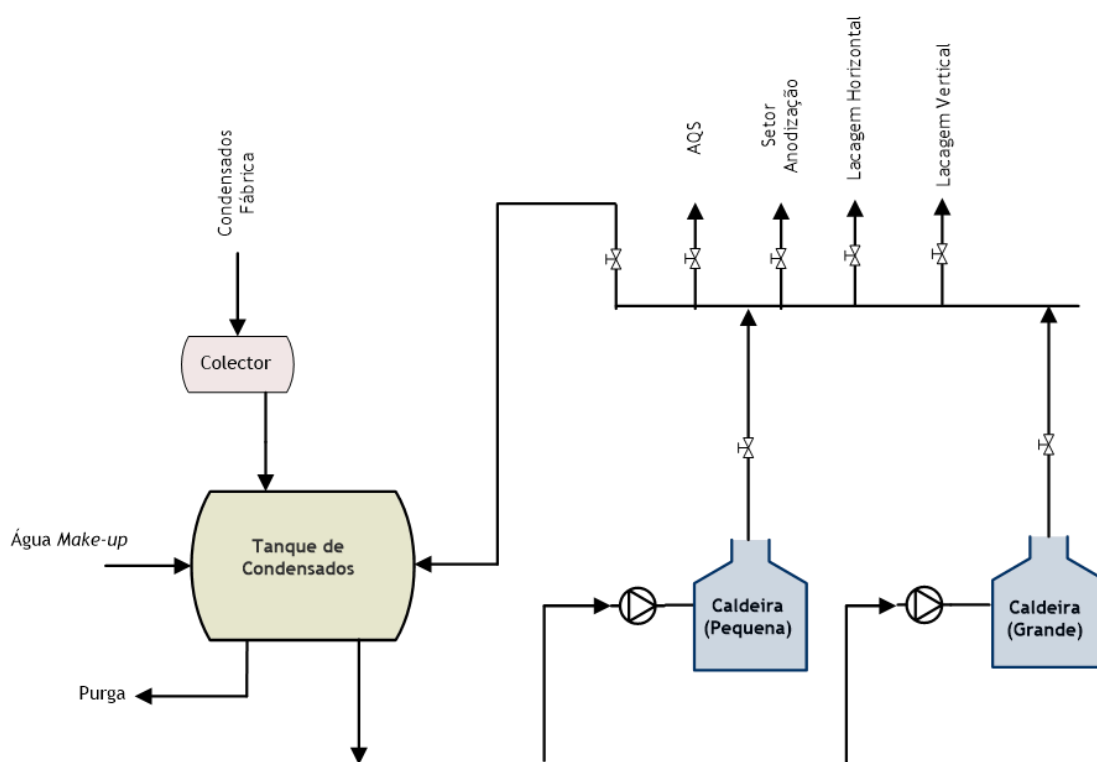


Gráfico 38 - Esquema simplificado da central térmica

De seguida apresenta-se uma imagem da central térmica (caldeira grande).


Figura 5 - Central térmica

9.2.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se as potências dos equipamentos de maior potência instalada utilizados neste setor.

Tabela 52 - Características dos geradores de vapor

		Caldeira 1	Caldeira 2
Marca		Morisa	Morisa
Modelo		RWK1500	-
Combustível		Gás Natural	Gás Natural
P. Máxima	bar	18	10
Produção	kg/h	1500	1200
Capacidade	L	7355	-
Queimador			
Marca		Nu-Way	F.B.R.
Modelo		NGL 45 T3S 340	GAS P100
Potência Calorífica	kW	280-1260	580-1160

Tabela 53 - Características da bomba de água

Motores		
Setor		Central Térmica
Função		Bomba Circulação
Marca		Grundfos
Modelo		90LA2-24FT115
Classe Eficiência		-
Quantidade	un.	1
Potência	kW	2,2
Corrente	A	4,8
Tensão	V	400
Velocidade	rpm	2 860
Cosφ		0,82
Arranque		Direto

n.d. - não disponível

9.2.3 Consumo de energia

Na central térmica são utilizadas as seguintes fontes de energia: energia elétrica e gás natural. O consumo referente a este serviço auxiliar rondou os **298,5 tep/ano**, ou seja, cerca de **6,3%** do consumo total.

➤ MEDIÇÕES ELÉTRICAS

De modo a obter o perfil de funcionamento dos consumidores elétricos deste setor, realizou-se uma monitorização elétrica da central térmica durante o período da auditoria energética, cujo diagrama de cargas resultante se apresenta de seguida.

• Central Térmica

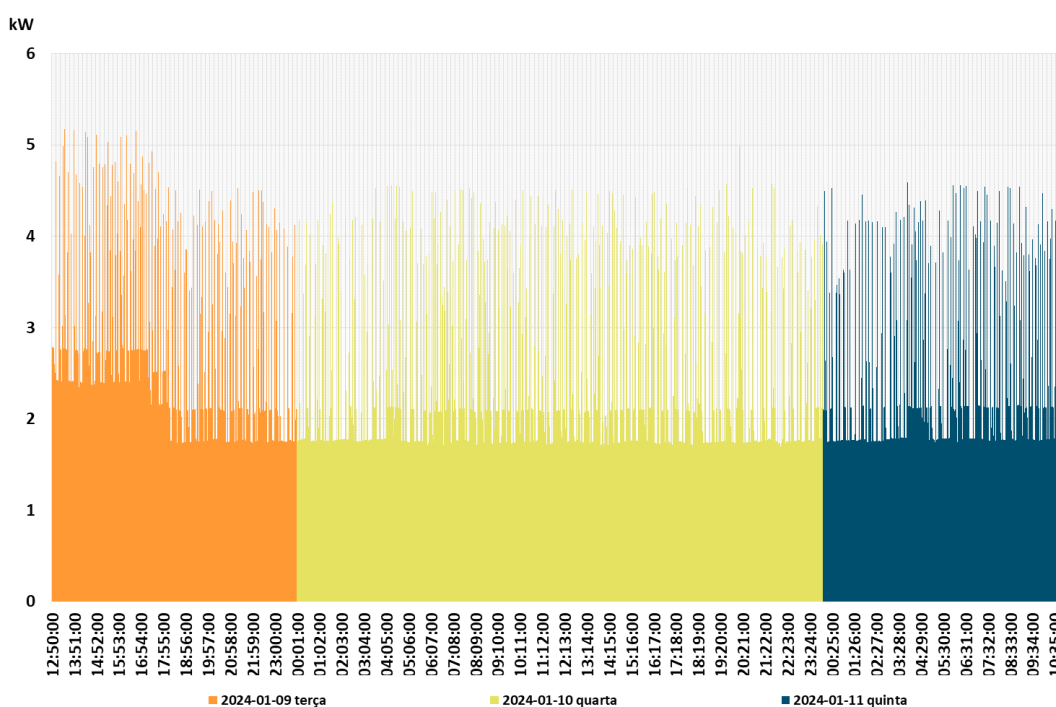


Gráfico 39 - Evolução da potência absorvida – Central térmica

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 1,7 kW e 5,2 kW, com o valor médio de 2,4 kW;
- O consumo referente a este setor representou **0,1%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

➤ MEDIÇÕES TÉRMICAS

Através da medição dos gases de combustão da caldeira em funcionamento foi também possível determinar o rendimento da mesma, através do método das perdas, apresentando-se abaixo os parâmetros da medição e os resultados obtidos.

Tabela 54 - Parâmetros da medição dos gases de combustão

Parâmetros	Caldeira
Combustível	Gás Natural
Data da medição	12/01/2024
Temp. Fumos [°C]	224,6
CO ₂ [%]	9,6%
O ₂ [%]	4,0%
CO [ppm]	3,4
Excesso de ar [%]	23,5%
Temp. Ambiente [°C]	25,1

Tabela 55 - Rendimento da caldeira (Método das Perdas)

Rendimento Térmico (Método das perdas)	Caldeira
Perdas pela chaminé	8,18%
Perda por H ₂ O	2,48%
Perda por CO	0,0%
Perdas por radiação	1,60%
Perda por purga	0,62%
Eficiência [%]	87,11%

Pgc = Perdas associadas ao calor sensível nos gases secos de combustão (%)

PH₂O = Perdas associadas à entalpia do vapor de água nos gases de combustão (%)

PCO = Perdas associadas à inqueimados nos gases de combustão (%)

PP = Perdas associadas às purgas (%) (apenas aplicáveis às caldeiras de vapor)

Pr = Perdas por radiação, convecção e outras perdas não-contabilizáveis (%)

Analisando os resultados obtidos constata-se que o queimador da caldeira se encontra afinado, existindo, porém, algum potencial de melhoria, pois o valor obtido de oxigénio foi de 4%, sendo o valor recomendado de 2-2,5%.

De salientar que atualmente já se encontra implementado um plano de manutenção para a verificação da afinação dos queimadores.

9.2.4 Potencial de poupança de energia

Tendo em vista a redução dos consumos de energia neste setor, sugere-se a realização das seguintes medidas:

Instalação de isolamentos térmicos

No decorrer da auditoria energética constatou-se que alguns acessórios (válvulas, flanges, filtros e tubagens) de vapor estavam por isolar.

Na tabela seguinte apresenta-se a lista dos locais identificados, bem como os cálculos das poupanças obtidas.

As perdas de calor foram obtidas através de gráficos de perdas de calor em tubagens, para uma espessura de 50 mm.

Nota: Nos cálculos considerou-se que a perda de calor numa válvula não isolada equivale à perda de calor em 1 metro de tubagem, com o mesmo diâmetro, não isolada.

Tabela 56 - Listagem de acessórios sem isolamento térmico

N.º	Setor	Equipamento	Situação atual (Sem Isolamento)								Situação futura (Com isolamento)				Poupança anual ⁽²⁾				
			Funcionamento [h/ano]	DN	Tipo	N.º	Comprimento	T [°C]	Tamb [°C]	Δ T [°C]	Energia [Kcal/h]	Energia Total ⁽¹⁾ [Kcal/h]	Espessura-ISO [mm]	Energia [Kcal/h]	Energia Total [Kcal/h]	MJ/ano	Nm³/ano	€/ano	
1	Central térmica	Economizador e Caldeira	8256	10	Flange	2	0,0	90	22	68	29	59	50	4	8	2 019	53	27	
2	Central térmica	Economizador e Caldeira	8256	10	Tubagem	0	10,0	90	22	68	59	586	50	8	77	20 189	533	269	
3	Central térmica	Topo da caldeira	8256	65	Válvula	1	0,0	150	22	128	480	480	50	36	36	17 618	465	235	
4	Central térmica	Coletor	8256	65	Válvula	3	0,0	150	22	128	480	1440	50	36	108	52 854	1 394	705	
5	Central térmica	Tanque condensados	8256	20	Tubagem	0	3,5	90	22	68	86	302	50	9	33	10 666	281	142	
6	Central térmica	Tubagem aquecimento Depósito	8256	10	Tubagem	0	2,8	80	22	58	48	135	50	6	18	4 640	122	62	
7	Central térmica	Tubagem aquecimento Depósito	8256	10	Tubagem	0	2,0	150	22	128	135	270	50	16	32	9 444	249	126	
8	Anodização	Coletor	5472	50	Válvula	2	0,0	160	22	138	432	864	50	34	68	20 945	553	279	
9	Anodização	Coletor	5472	25	Válvula	1	0,0	160	22	138	260	260	50	24	24	6 207	164	83	
10	Anodização	Coletor	5472	25	Filtro	1	0,0	160	22	138	130	130	50	12	12	3 103	82	41	
11	Anodização	Coletor	5472	25	Válvula	1	0,0	50	22	28	36	36	50	4	4	842	22	11	
12	Anodização	Coletor	5472	25	Filtro	1	0,0	50	22	28	18	18	50	2	2	421	11	6	
13	Anodização	Coletor	5472	25	Válvula	3	0,0	150	22	128	230	690	50	22	66	16 450	434	219	
14	Anodização	Coletor	5472	25	Filtro	3	0,0	150	22	128	115	345	50	11	32	8 225	217	110	
15	Lacagem Vertical	LV2 - Coletor	5472	65	Válvula	1	0,0	150	20	130	480	480	50	36	36	11 677	308	156	
16	Lacagem Vertical	LV2 - Coletor	5472	32	Válvula	1	0,0	150	20	130	270	270	50	24	24	6 470	171	86	
17	Lacagem Vertical	LV2 - Cilindro	5472	100	Tubagem	0	2,0	75	20	55	220	440	50	17	34	10 678	282	142	
18	Lacagem Vertical	LV2 - Banhos	5472	80	Filtro	2	0,0	74	20	54	95	191	50	8	15	4 612	122	61	
19	Lacagem Vertical	LV2 - Banhos	5472	80	Tubagem	0	7,0	66	20	46	157	1100	50	13	91	26 554	701	354	
20	Lacagem Vertical	LV2 - Banhos	5472	80	Tubagem	0	4,0	74	20	54	191	763	50	15	62	18 448	487	246	
21	Lacagem Vertical	Tanque	5472	50	Tubagem	0	1,1	59	20	39	83	92	50	8	8	2 191	58	29	
22	Lacagem Vertical	Permutador	5472	50	Filtro	1	0,0	67	20	47	52	52	50	5	5	1 247	33	17	
23	Lacagem Horizontal	-	1824	25	Válvula	2	0,0	150	20	130	230	460	50	22	43	3 656	96	49	
24	Lacagem Horizontal	-	1824	25	Filtro	2	0,0	150	20	130	115	230	50	11	22	1 828	48	24	
TOTALS												4 432	9 693		381	858	260 983	6 886	3 479

(1) Nos cálculos considerou-se que a perda de calor numa válvula não isolada equivale à perda de calor em 1 m de tubagem, com o mesmo diâmetro, não isolada. No caso das flanges a equivalência é de 0,5 m.

(2) As poupanças obtidas nesta tabela já tem em conta o rendimento da caldeira.


Figura 6 - Acessórios sem isolamento térmico

Atendendo à falta de isolamento e com vista à diminuição das perdas de energia por radiação, condução e convecção nestes locais, e consequentemente reduzir o consumo de vapor, sugere-se a instalação de isolamento térmico nos locais identificados na tabela anterior. Propõe-se a instalação de isolamentos térmicos flexíveis nos acessórios de vapor/condensado e tubagens. Na figura seguinte apresenta-se uma imagem deste tipo de isolamentos.


Figura 7 - Isolamentos flexíveis propostos

O resumo das economias globais previstas com a implementação desta medida é apresentado na tabela seguinte, tendo-se considerado tempo de funcionamento associado a cada um dos setores e um rendimento do gerador de vapor de 87,1%.

Tabela 57 - Resumo da implementação da medida – Aplicação de isolamentos térmicos

Fonte de Energia	Redução de Energia e emissões de CO ₂			Poupança (€)	Investimento (€)	PRI (anos)
	Nm3/ano	(tep)	(tCO ₂)			
Gás Natural	6 885,7	6,2	16,7	3 479	6 700	1,9

NOTA: Devido às alterações previstas na instalação, há a possibilidade de ocorrerem mudanças na central térmica e restantes tubagens, pelo que os pressupostos desta medida deverão ser verificados nessa altura. Recomenda-se que todas as tubagens e respetivos acessórios a instalar sejam devidamente isolados.

9.3 Aquecimento de águas sanitárias (AQS)

9.3.1 Descrição

A Navarra utiliza termoacumuladores para aquecimento das águas sanitárias, possuindo um total de seis termoacumuladores.

9.3.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se os termoacumuladores, sendo as suas características apresentadas nas tabelas seguintes.

Tabela 58 - Características dos termoacumuladores

Termoacumuladores					
Marca	Termobrasa	Aquafer	Insuatherm	Bosch	Jucomel
Modelo	-	TE 200 VP/HS RL	Electric Water Heater	Tronic 4000T	-
Potência kW	1,5	1,5	1,2	2,0	3,0
Classe de Eficiência	-	C	C	B	-

n.d. - não disponível

9.4 Produção de água refrigerada

9.4.1 Descrição

A central de água refrigerada é constituída por dois chiller's, da marca Trane de 452 kWt, dois depósitos de acumulação de 4,0 m³ cada e uma bomba de dupla cabeça de circulação de água. O chiller é do tipo hidrónico com duas bombas e garante a produção de água refrigerada para o depósito de acumulação, de modo a garantir a inexistência de arranques consecutivos do chiller. O set-point da temperatura da água de ida do chiller é 8 °C.

Os compressores dos dois chiller's possuem variador eletrónico de velocidade. Durante os trabalhos de campo, a frequência do compressor do chiller em funcionamento situava-se nos 30Hz.

A água refrigerada é utilizada unicamente para o arrefecimento das tinas dos banhos da anodização, que possuem um set-point de 18 °C.

O circuito primário de água refrigerada é constituído por bomba de 7,5 kW para cada chiller, com controlo ON/OFF, o circuito secundário é constituído por bombas de dupla cabeça de 11 kW, com variação eletrónica de velocidade, com controlo por pressão.

Os depósitos de acumulação encontram-se no circuito de ida e retorno e estão interligados de modo a garantir o equilíbrio de caudais da instalação de água refrigerada.

Quanto aos isolamentos das tubagens de distribuição de água, verificou-se que as mesmas se encontram isoladas e em bom estado de conservação.

De seguida, apresenta-se o diagrama simplificado, da central de produção de água refrigerada.

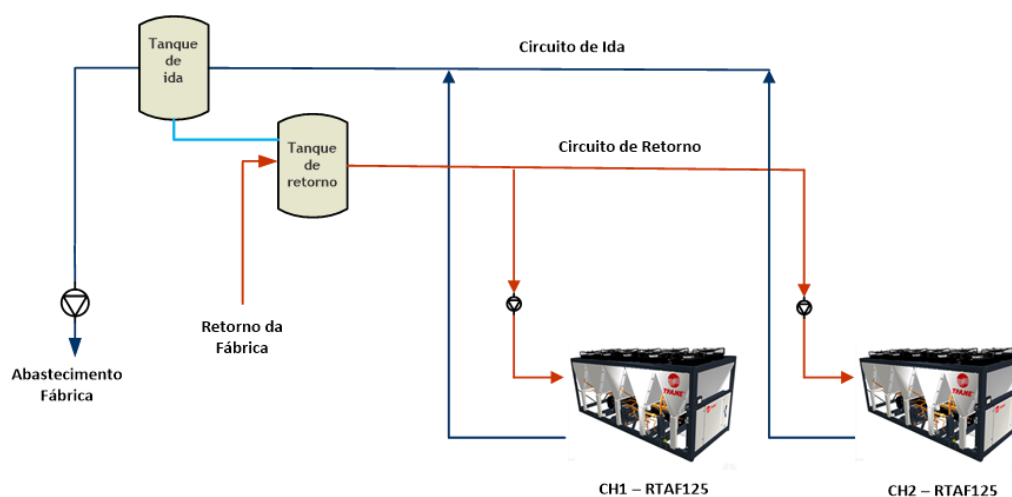


Figura 8 - Esquema simplificado da central de produção de água refrigerada

9.4.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se as potências dos equipamentos de maior potência instalada utilizados neste setor.

Tabela 59 - Características dos chillers

		Chillers
Marca		TRANE
Modelo		RTAF 125 HSE SN
Ano		2015
Quantidade		2
Fluido		R134A
Potência térmica de arref.	kW	452,0
Potência Nominal	kW	193,9
EER*		2,33
Caudal	l/s	43,1
Compressores	un.	2
Tipo		Parafuso
Modulação		VEV
Ventiladores	un.	5,0
Tipo		Ventoinha da hélice
Modulação	un.	VEV

* Condições eurovent

n.a. - não aplicável

Tabela 60 - Características dos motores das bombas de circulação

Grupos de Bombagem		
Motores		
Setor	Sistema de arrefecimento	Sistema de arrefecimento
Função	Circuito primário	Circuito secundário
Marca	Grundfos	Grundfos
Modelo	MG13	MGE160MB4-FF300-F3
Classe Eficiência	IE3	IE3
Quantidade	un.	2
Potência	kW	7,5
Corrente	A	14,2
Tensão	V	400
Velocidade	rpm	2 910
Cosφ		0,87

9.4.3 Consumo de energia

Na produção de água refrigerada única fonte de energia utilizada é a energia elétrica. O consumo referente a este serviço auxiliar rondou os **129,9 tep/ano**, ou seja, **2,7%** do consumo total.

A partir das medições elétricas realizadas, obteve-se o seguinte diagrama de cargas do chiller.

• **Chiller**

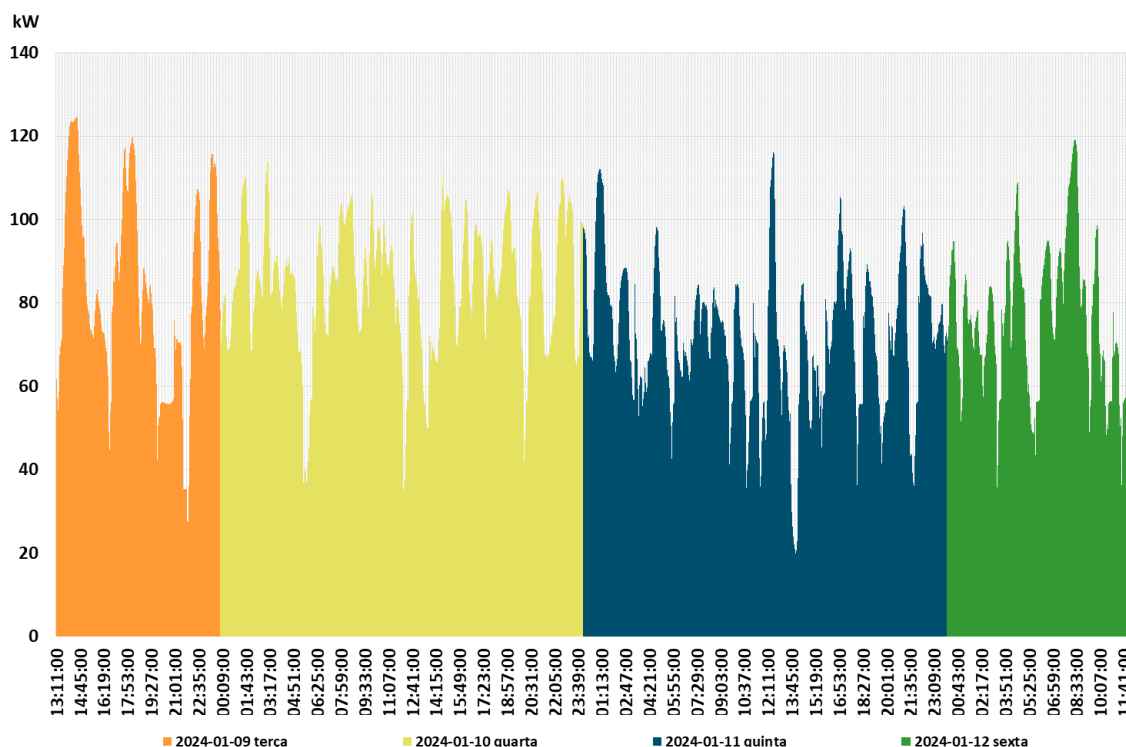


Gráfico 40 - Evolução da potência absorvida – Chiller

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 19,5 kW e 124,7 kW, com o valor médio de 77,5 kW;
- O consumo referente a este equipamento representou **4,0%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

9.5 Iluminação

9.5.1 Descrição

De acordo com o levantamento realizado, verificou-se que nesta instalação existe algum aproveitamento da luz natural, através das chapas translúcidas existentes na cobertura dos pavilhões industriais. Para além da iluminação natural, é utilizada iluminação artificial constituída, essencialmente, por armaduras com lâmpadas LED. Existem ainda luminárias com lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T5.

Quanto ao controlo da iluminação é, maioritariamente, manual.

No quadro seguinte, indicam-se os resultados do levantamento efetuado do tipo e da quantidade de armaduras existentes nas principais áreas desta instalação.

Tabela 61 - Quantidade e tipo de armaduras existentes

Local / Tipo de luminária	FT5 2x49 BE	LED T5 2x36	LED 40	LED T8 1x14	LED T8 1x20	LED T5 1x36	LED T8 2x14
Armazém Prod. Acab.	-	106	8	-	5	-	-
Embalamento	120	-	-	-	-	-	-
Exterior	-	-	-	5	-	-	-
Extrusão	-	-	19	1	2	3	1
Lacagem	-	-	9	4	8	-	10
Matrizaria	-	59	-	-	-	-	-
Rutura térmica e Mecanização	-	112	2	3	12	-	-
Serviços Administrativos e Sociais	-	-	34	-	-	-	15
Total	120	277	72	13	27	3	26

Nota: Fc - Fluorescente compacta; FT5, FT8 - Fluorescente tubular; VS - Vapor de sódio; INC - Incandescente; HAL - Halogéneo; LED - Díodo emissor de luz; LED T - Díodo emissor de luz tubular
BC - Balastro convencional (ferromagnético); BE - Balastro eletrónico

Tabela 62 - Quantidade e tipo de armaduras existentes (continuação)

Local / Tipo de luminária	Led T8 2x20	LED 138	LED T5 1x49	LED 83	LED 5	LED T5 1x25	LED 35
Armazém Prod. Acab.	1	28	-	-	-	-	-
Embalamento	-	-	-	-	-	-	-
Exterior	11	-	-	-	-	-	-
Extrusão	4	84	22	-	-	-	-
Lacagem	9	11	-	16	-	-	-
Matrizaria	-	-	-	-	-	-	-
Rutura térmica e Mecanização	-	-	-	-	-	-	-
Serviços Administrativos e Sociais	16	-	-	6	20	62	44
Total	41	123	22	22	20	62	44

Tabela 63 - Quantidade e tipo de armaduras existentes (continuação)

Local / Tipo de luminária	LED 18	LED 37	LED 69	LED 95	TOTAL
Armazém Prod. Acab.	-	-	-	-	148
Embalamento	-	-	-	-	120
Exterior	-	-	30	26	72
Extrusão	-	-	-	-	136
Lacagem	-	-	-	-	67
Matrizaria	-	-	-	-	59
Rutura térmica e Mecanização	-	-	-	-	129
Serviços Administrativos e Sociais	33	6	-	-	236
Total	33	6	30	26	967

Em resumo, apresentam-se de seguida três gráficos com a indicação da potência instalada por tipo de lâmpada, potência instalada por zona e o consumo estimado por zona, e as respetivas repartições face ao total de iluminação.

Conforme se pode verificar, a potência total instalada em iluminação é de **67,3 kW**, sendo as lâmpadas LED responsáveis por **80,9%** dessa potência.

Em termos de zonas com mais consumo, destacam-se a Extrusão e o Embalamento.

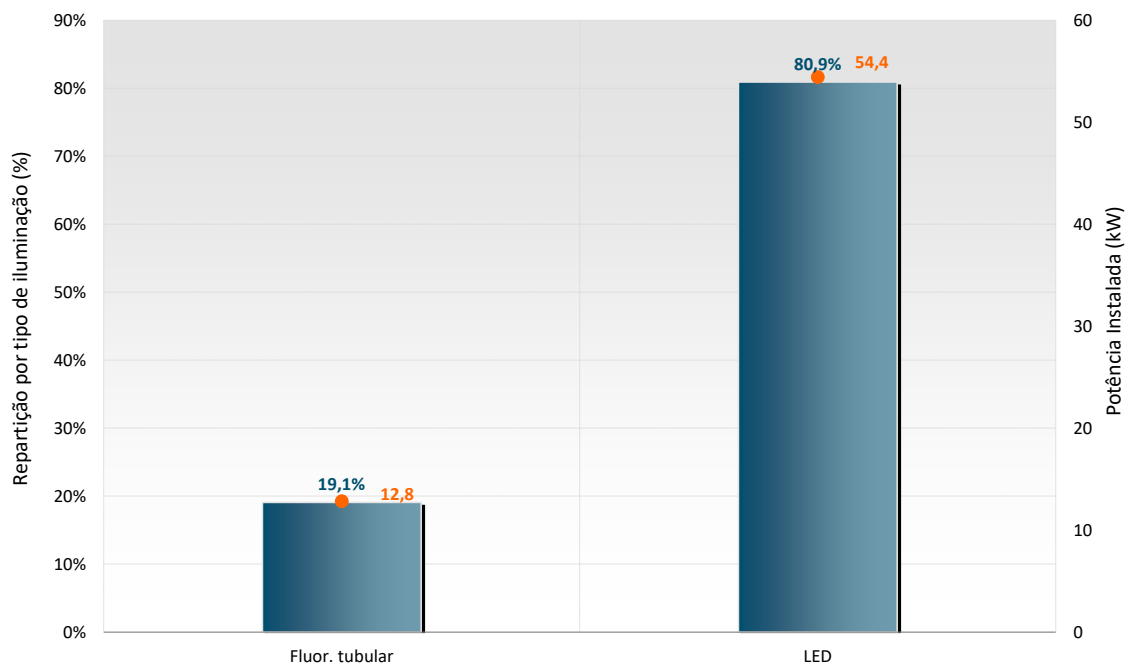


Gráfico 41 - Potência instalada e repartição por tipo de iluminação

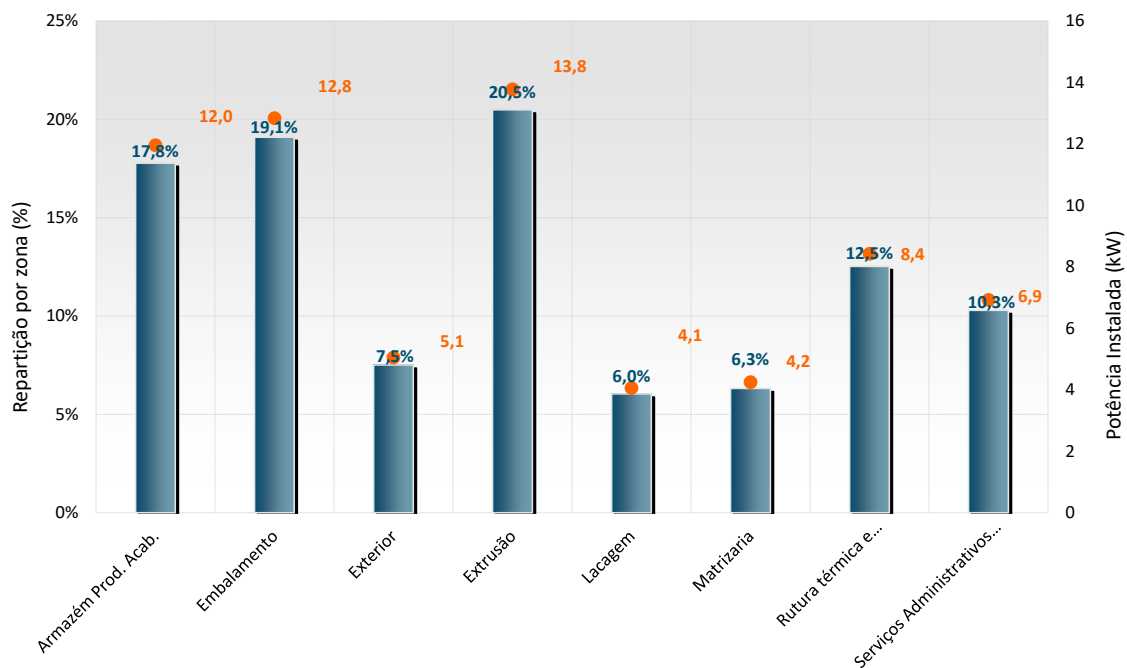


Gráfico 42 - Potência instalada e repartição por zona

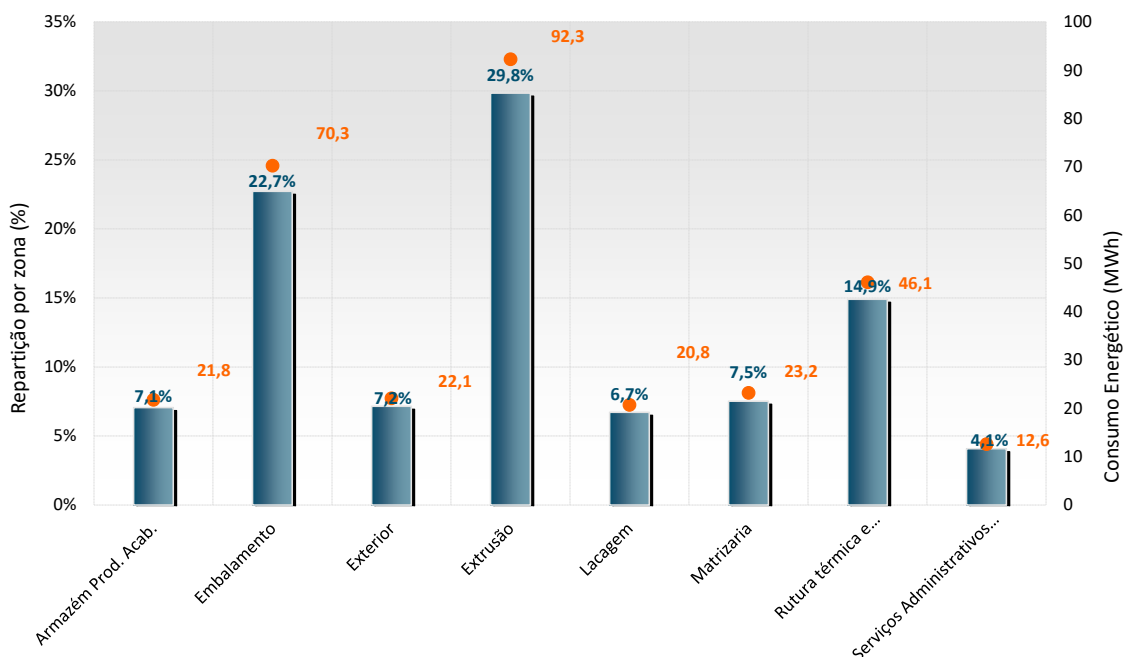


Gráfico 43 - Consumo anual estimado e repartição por zona

9.5.2 Consumo de energia

De acordo com o levantamento do tipo e quantidade de iluminação existentes nas diversas áreas e tendo em consideração o seu regime de funcionamento, estima-se que o consumo anual de energia elétrica em iluminação seja de, aproximadamente, **309,2 MWh**, valor este que representa cerca de **2,1%** da energia elétrica total consumida durante o ano de referência desta Auditoria (2023).

9.5.3 Potencial de poupança de energia

Tendo em vista a redução dos consumos de energia neste setor sugere-se a realização da seguinte medida:

Substituição da iluminação existente por iluminação mais eficiente

A maior parte da iluminação na **Navarra** é já constituída por luminárias/lâmpadas LED, portanto já de eficiência elevada. Ainda assim, no período da auditoria energética foram identificadas algumas situações em que são utilizadas lâmpadas convencionais, nomeadamente na zona do embalamento. Assim, propõe-se as seguintes substituições:

- **Embalamento:** 120 armaduras fluorescentes tubulares do tipo T5 2x49W → lâmpadas LED do tipo T5 2x26W (mantêm-se as armaduras);

Nas tabelas seguintes apresentam-se as economias previstas com a implementação desta medida.

Tabela 64 - Resumo da implementação da medida – Substituição da iluminação convencional por iluminação LED (interior)

Fonte de Energia	Redução de Energia e emissões de CO ₂			Poupança (€)	Invest. ¹ (€)	PRI (anos)
	(MWh/ano)	(tep)	(tCO ₂)			
Energia Elétrica	36,1	7,8	17,0	1 148	7 934	6,91

¹ O preço considera um custo de 23,75€+0,31€ (ecotaxa) por lâmpada, acrescido de 18€/armadura para a instalação.

9.6 Frota e Movimentação de Cargas

9.6.1 Descrição

Para movimentação de cargas nas instalações são utilizados vários empilhadores alimentados a gasóleo. A frota automóvel utiliza como combustível gasóleo e gasolina.

9.6.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se os empilhadores, sendo as suas características apresentadas nas tabelas seguintes.

Tabela 65 - Características dos empilhadores

		Empilhadores				
Marca		Manitou	Manitou	Manitou	Manitou	Manitou
Capacidade	t	2,5	7,0	2,5	7,0	2,5
Quantidade	unid.	1	1	1	1	1
Combustível		Gasóleo	Gasóleo	Gasóleo	Gasóleo	Gasóleo

n.d. - não disponível

9.6.3 Consumo de energia

O consumo de gasóleo e gasolina é totalmente atribuído à frota de viaturas e aos empilhadores a gasóleo. Assim, estima-se que este setor terá sido responsável por cerca de **74,7 tep**, no ano de referência, correspondendo a **1,6%** do consumo total de energia.

9.7 Serviços Administrativos e Sociais

9.7.1 Descrição

Para além dos principais sectores, já referidos, existem nas instalações, uma zona de escritórios e showroom, Armazém, a área social (refeitório), balneários, de bombagem de água entre outros serviços.

A zona de escritórios é constituída por alguns gabinetes, salas de reunião e formação, onde estão centralizados os vários serviços administrativos e serviços de apoio à produção e qualidade.

9.7.2 Consumo de energia

Nos serviços administrativos e sociais a única fonte de energia utilizada é a energia elétrica. O consumo referente a este serviço auxiliar rondou os **18,8 tep/ano**, ou seja, **0,4%** do consumo total.

A partir das medições realizadas, apresenta-se de seguida o diagrama de cargas obtido durante o período da auditoria.

• **Escritórios**

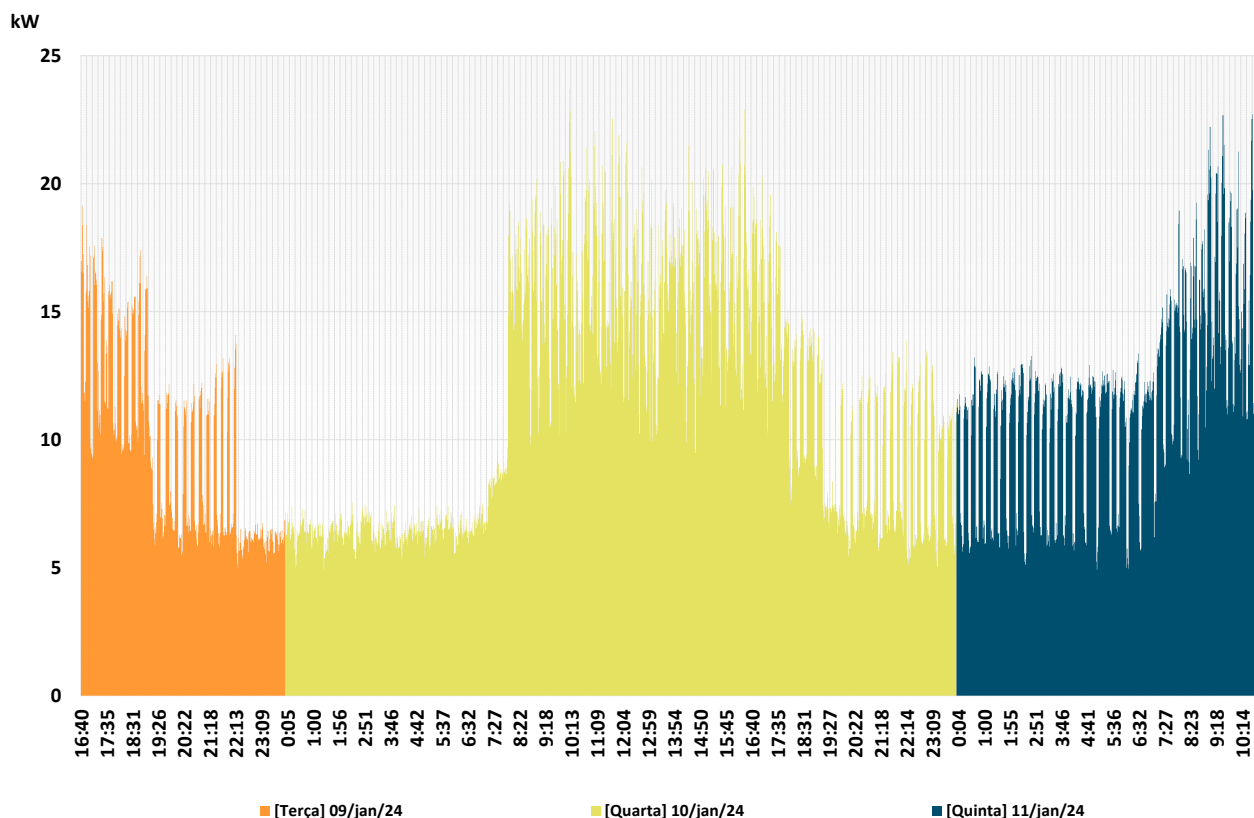


Gráfico 44 - Evolução da potência absorvida – Escritórios

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência absorvida variou entre os 4,9 kW e 23,7 kW, com o valor médio de 11,1 kW;
- O consumo referente a este setor representou **0,6%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

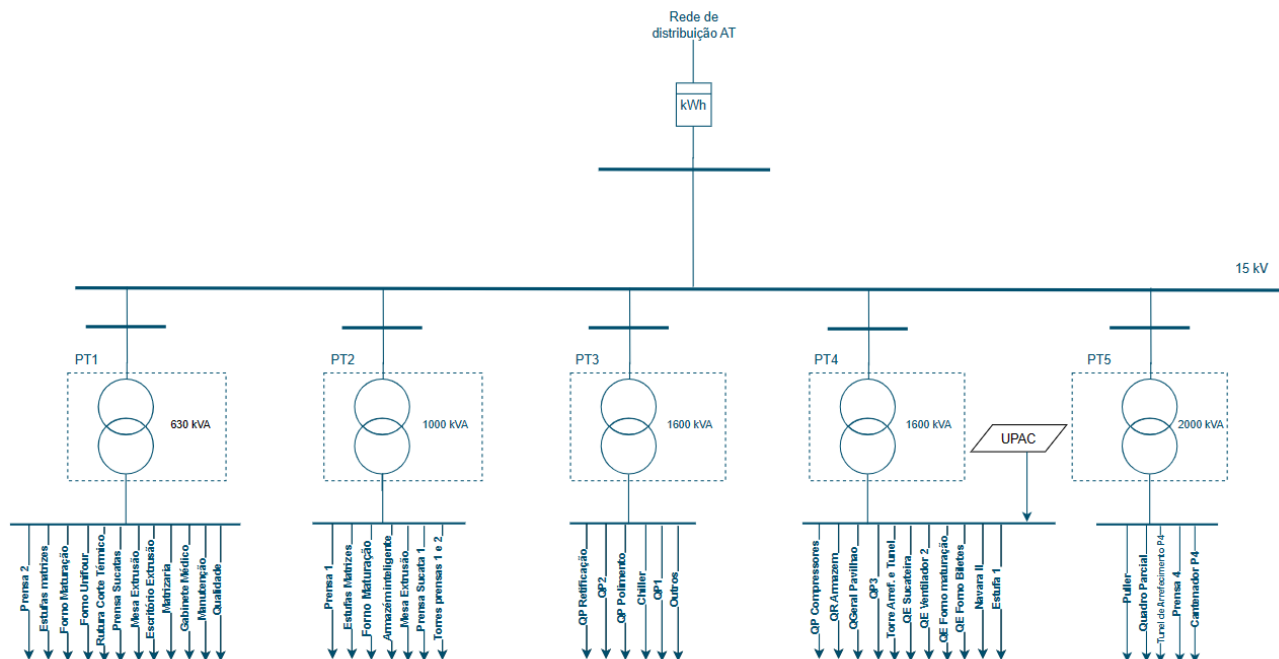
9.8 Serviços elétricos

9.8.1 Postos de transformação e rede elétrica

O fornecimento de energia elétrica é feito a partir de uma rede em média tensão, de 15 kV, existindo dois pontos de entrega, associados cada uma a uma contagem de energia independente. O ponto de entrega n.º 1 engloba os PTs 1 (630 kVA), 2 (1000 kVA) e 4 (1600 kVA) e o ponto de entrega n.º 2 engloba os PTs 3 (1600 kVA) e 5 (2000 kVA). Existe ainda uma central fotovoltaica para autoconsumo, cuja energia produzida é injetada no QGBT do PT4.

Cada transformador está ligado ao respetivo QGBT., a partir dos quais deriva a rede geral de baixa tensão (BT), de 400 V. Para compensação do fator de potência existem baterias de condensadores ligadas aos QGBT. respetivos.

Na figura seguinte apresentam-se um diagrama unifilar simplificado da rede elétrica com a indicação dos principais quadros elétricos existentes ao longo da instalação.


Figura 9 - Esquema unifilar simplificado da rede elétrica.

9.8.2 Equipamentos

Na tabela seguinte apresentam-se as principais características dos transformadores existentes.

Tabela 66 - Características dos transformadores

Localização	Transformador				
	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
Marca	EFACEC	n.d.	n.d.	EFACEC	EFACEC
Potência	kVA	630	1000	1600	2000
Tensão de c.c	%	4,0	n.d.	4,5	4,4
Nível de tensão	Prim. (kV)	15	15	15	15
	Sec. (V)	400	400	420	420
Corrente nominal	Prim. (A)	24,25	n.d.	61,58	n.d.
	Sec. (A)	909	n.d.	2150	n.d.
Ano	1985	n.d.	n.d.	2005	2017

n.d. - não disponível

9.8.3 Central Fotovoltaica (UPAC)

A Navarra possui uma unidade de produção para autoconsumo (UPAC), com recurso a um sistema fotovoltaico, constituída por com potência instalada de 964 kWp. O sistema fotovoltaico possui 2835 módulos de 340 Wp. A UPAC está localizada na cobertura.

Na tabela seguinte apresentam-se as características da UPAC existente:

Tabela 67 - Central Fotovoltaica

Central Fotovoltaica		
Marca		n.d.
Modelo		Monocristalinos 60c PERC (tier 1) 340 Wp
Quantidade	unid.	2835
Potência instalada	kWp	964
Ano		2021
Inversores		
Marca		SMA
Modelo		STP Core 1 50-40; STP Core 1 50-40;
Quantidade	unid.	16
Potência	kW	800,0

n.d. - não disponível

No diagrama de cargas seguinte apresenta-se o perfil da produção da central fotovoltaica durante o período da auditoria.

Central Fotovoltaica (UPAC)

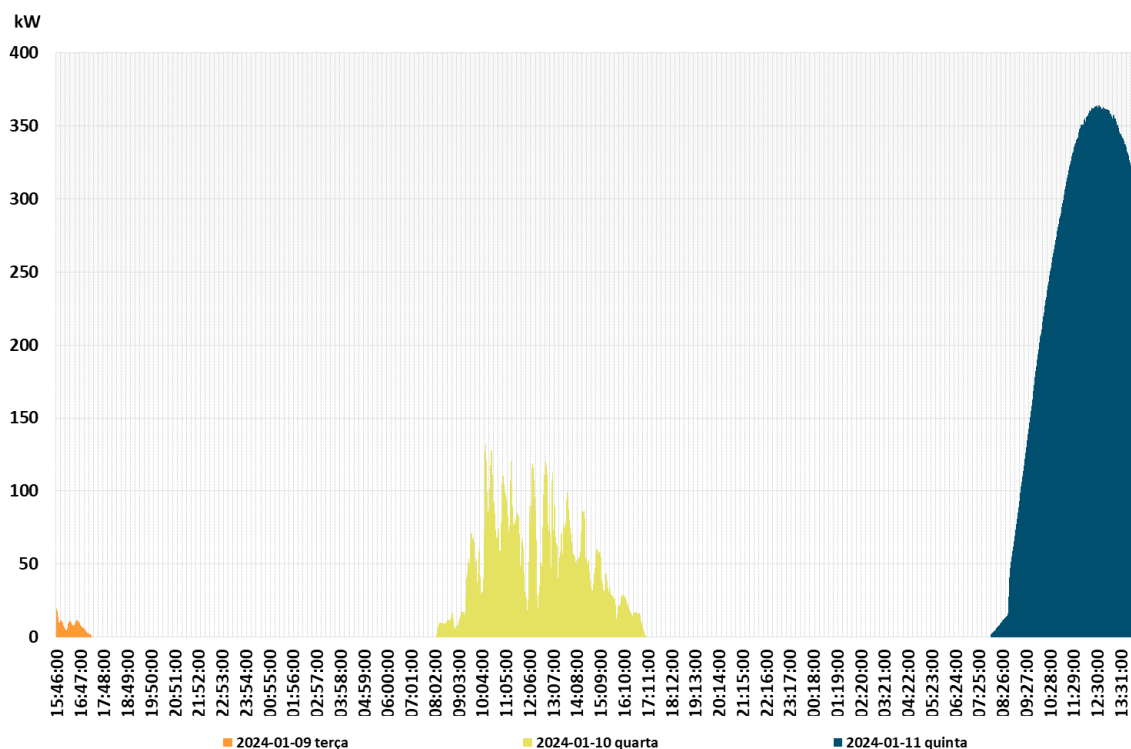


Gráfico 45 - Evolução da potência injetada – Central Fotovoltaica (UPAC)

Pela apreciação do gráfico pode-se verificar que, durante o período em que decorreram as medições:

- A potência injetada variou entre os 0 kW e 363,9 kW, com o valor médio de 42,4 kW;
- A produção da UPAC representou **2,2%** do consumo total de energia elétrica das instalações.

NOTA: Para além da UPAC existente, a Navarra possui ainda instalada uma central fotovoltaica de energia, apenas para venda, constituída por 1250 módulos de 240 Wp cada, totalizando 300 kWp instalados.

9.8.4 Controlo dos Consumos

A Navarra dispõe de diversos analisadores de energia instalados nos QGBTs e principais consumidores, a partir dos quais são registados os consumos elétricos e outras grandezas, como a potência absorvida.

Na tabela seguinte apresenta-se o resumo das monitorizações realizadas, no período temporal dos trabalhos de campo da auditoria energética. Indica-se que os valores utilizados para os diagramas de carga apresentados neste relatório correspondem às potências médias registados nos períodos de integração de 1 minuto dos analisadores.

Tabela 68 - Resumo dos resultados das medições elétricas

RESUMO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES ELÉTRICAS														
	Início	Fim	Potência Ativa			Tensão			F.P	Energia Ativa	Energia Reativa	Repartição sobre o Consumo TOTAL		
Alimentação	Data	Hora	Data	Hora	kW MÁX	kW MED	kW MIN	V MÁX	V MED	V MIN	Médio	kWh	kVarh	%
bomba hidr 1_prensa2	11/jan/24	12:10	12/jan/24	11:50	80,5	20,9	0,0	418	405	376	0,53	493	788	1,1%
bomba hidr 2_prensa2	11/jan/24	12:10	12/jan/24	11:50	76,4	22,4	0,0	418	405	376	0,52	530	866	1,1%
bomba hidr 3_prensa2	11/jan/24	12:10	12/jan/24	11:50	71,1	20,3	0,0	418	405	376	0,48	481	882	1,0%
bombas_hid_prensa1-bomba1	11/jan/24	11:54	12/jan/24	11:48	84,6	31,5	0,0	387	380	355	0,38	753	1 840	1,6%
bombas_hid_prensa1-bomba2	11/jan/24	11:54	12/jan/24	11:48	115,3	43,3	0,0	387	380	355	0,48	1 034	1 873	2,2%
bombas_hid_prensa1-bomba3	11/jan/24	11:54	12/jan/24	11:48	90,4	35,7	0,0	387	380	355	0,48	853	1 578	1,8%
bombas_hid_prensa3-bomba1	11/jan/24	15:10	12/jan/24	15:29	124,1	36,1	0,0	409	399	373	0,48	878	1 594	1,8%
bombas_hid_prensa3-bomba3	11/jan/24	15:10	12/jan/24	15:29	136,5	39,0	0,0	409	399	373	0,53	948	1 499	2,0%
bombas_hid_prensa3-bomba4	11/jan/24	15:10	12/jan/24	15:29	118,5	31,7	0,0	409	399	373	0,50	771	1 351	1,6%
central termica	09/jan/24	12:50	11/jan/24	11:04	5,2	2,4	1,7	418	402	388	0,66	86	99	0,1%
chiller2	09/jan/24	13:11	12/jan/24	12:30	124,7	77,5	19,5	416	401	374	0,99	5 527	875	4,0%
comp_1_GA55vsd	09/jan/24	14:58	11/jan/24	10:33	77,5	48,4	31,9	413	399	383	1,00	2 111	33	2,6%
comp_6_GA55vsd_FF	09/jan/24	14:58	11/jan/24	10:33	76,6	59,1	25,3	413	399	383	0,96	2 577	713	3,1%
comp_7_GA55vsd_FF	09/jan/24	14:58	11/jan/24	10:33	31,2	17,5	15,9	413	399	383	0,98	762	170	0,9%
geral_qgbt3	11/jan/24	11:22	12/jan/24	16:25	1 035,0	737,0	362,0	410	400	374	0,98	21 419	4 383	36,6%
qgbt_pt2	09/jan/24	16:49	11/jan/24	11:29	509,0	303,7	90,0	392	385	371	0,97	12 906	3 241	16,0%
qgbt_pt5	11/jan/24	14:29	12/jan/24	16:38	972,0	672,2	176,0	411	401	375	0,98	17 488	3 097	33,4%
upac_pt4	09/jan/24	15:46	11/jan/24	14:11	363,9	42,4	0,0	420	405	391	1,00	1 969	41	2,2%
qchillers	09/jan/24	12:37	09/jan/24	16:35	147,4	107,6	72,7	420	401	391	0,94	427	160	5,4%
q_escrit	09/jan/24	16:40	11/jan/24	11:05	23,7	11,1	4,9	413	404	390	0,99	472	48	0,6%
qgbt_pt1	09/jan/24	17:13	11/jan/24	15:17	477,6	235,5	37,8	421	407	392	1,00	10 857	943	12,4%
lac_horiz	11/jan/24	15:55	12/jan/24	16:21	51,1	32,6	13,3	410	399	371	0,69	797	846	1,7%
retifica	11/jan/24	11:21	12/jan/24	16:20	566,6	280,6	1,0	411	400	373	0,81	8 133	5 877	14,0%
comp_3_GA55vsd	09/jan/24	14:56	11/jan/24	10:34	70,3	43,4	29,2	419	400	384	0,91	1 879	882	2,3%
cac_geral	09/jan/24	14:56	11/jan/24	10:34	239,8	162,1	102,5	419	400	384	0,90	7 015	3 441	8,6%

Analisando a tabela anterior, verifica-se que os principais consumidores são os QGBT's associados aos setores principais da Navarra (extrusão, anodização, lacagem horizontal e vertical).

No gráfico seguinte observa-se o diagrama de cargas geral da instalação, obtido através dos registos da telecontagem. Em termos globais, verifica-se que a potência máxima absorvida foi de 2690 kW e a mínima de 217 kW sendo o valor médio de 1578 kW. É possível observar que durante o fim de semana e nos períodos noturnos a potência absorvida diminui, o que é devido ao facto de haver setores que não laboram nestes períodos.

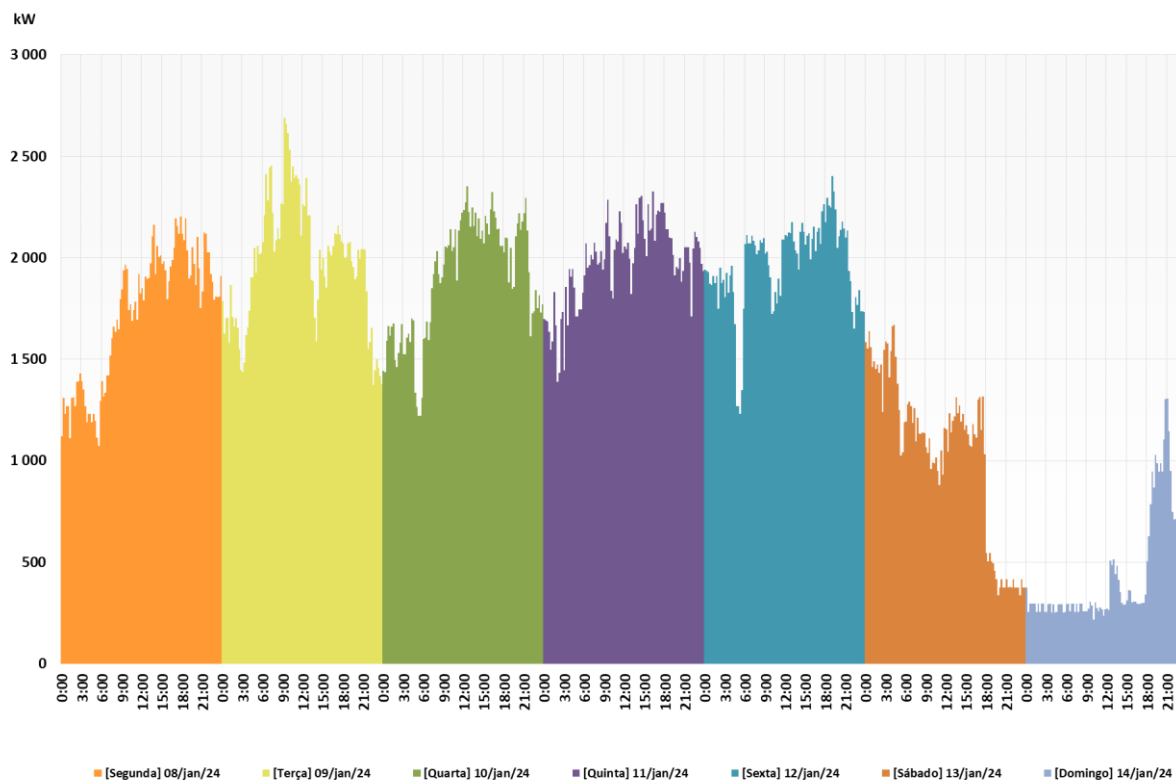


Gráfico 46 - Evolução da potência absorvida – Telecontagem

9.8.5 Potencial de poupança de energia

Tendo em vista a redução dos consumos de energia neste setor sugere-se a realização das seguintes medidas:

Optimização do sistema de gestão de energia

Como já foi referido atrás, a Navarra já dispõe de diversos analisadores de energia instalados associados a um *software* de recolha dos dados monitorizados. No entanto, constatou-se que este sistema não funciona corretamente, já que a informação dos contadores é perdida constantemente e não é possível obter a informação dos consumos de forma contínua.

Desta forma e com vista à resolução dos problemas existentes atualmente, será instalado um novo sistema de gestão de energia, os contadores existentes serão substituídos (tanto os elétricos (12) como de gás natural (20) e serão colocados mais contadores (energia elétrica). Está previsto ainda a instalação de 15 contadores de água que serão integrados no novo sistema.

O futuro sistema a instalar possibilitará através da introdução de dados referentes às produções, o cálculo de indicadores de eficiência, nomeadamente consumos específicos. Desta forma, a empresa poderá utilizar as potencialidades de um verdadeiro Sistema de Gestão de Energia (SGE), o que poderá contribuir para uma efetiva redução dos consumos de energia.

Outra vantagem associada será a possibilidade de como acompanhar a evolução dos indicadores de eficiência energética após a implementação das medidas do PReN (Plano de Racionalização Energética).

De salientar que para além do descrito anteriormente, após o sistema de gestão de energia implementado, a instalação beneficiará das seguintes vantagens:

- Análise das melhores opções tarifárias;
- Criar alarmes adaptados às necessidades de cada setor;
- Detecção de anomalias nos consumos, evitando assim situações de gastos excessivos de energia por avaria, falha, desconhecimento ou má utilização de recursos;
- Análise dos consumos de energia por centro de custo, permitindo imputar custos de energia a diferentes departamentos ou setores;
- A criação de uma base de dados, permitirá realizar um planeamento de intervenções e estabelecer perfis típicos de consumo;
- Acompanhar evolução do consumo específico através da relação dos dados de produção aos respetivos consumos de energia;
- Estabelecer horários de funcionamento dos diversos setores e ou equipamentos;
- Etc.

Nas tabelas seguintes apresenta-se a listagem dos contadores a instalar.

Tabela 69 - Lista dos contadores de gás natural previstos

Contadores de Gás Natural	
N.º	Equipamentos a monitorizar
1	Caldeira 1
2	Caldeira 2
3	Forno UNIFOUR
4	Lac. Horizontal - Estufa acab. Madeira
5	Lac. Horizontal - Estufa secagem
6	Lac. Horizontal - Estufa polimerização
7	Lac. Vertical 2 (contador inferior)
8	Lac. Vertical 2 (contador superior)
9	Lac. Vertical 3
10	Prensa 1 - forno billetes
11	Prensa 1 - forno maturação
12	Prensa 2 - forno billetes
13	Prensa 2 - forno maturação antigo
14	Prensa 2 - forno maturação novo
15	Prensa 3 - forno billetes
16	Prensa 3 - forno maturação
17	Prensa 4 - forno 1 A
18	Prensa 4 - forno 2 B
19	Prensa 4 - forno billetes
20	PRM

Tabela 70 - Lista dos contadores elétricos previstos

Contadores Elétricos			
N.º	Circuitos a monitorizar	N.º	Circuitos a monitorizar
1	Retificador Eletrolítico	25	Forno maturação 3
2	Rutura corte térmico	26	Armazém Prod. Acab.
3	Forno maturação UNIFOUR	27	Prensa sucata 3
4	Forno maturação UNIFOUR 2	28	QGBT5
5	QGBT 3	29	Prensa nº 4
6	Pavilhão industrial II	30	Quadro geral 5
7	Lacagem verical 1	31	Contentador
8	Lacagem verical 2	32	Serra
9	ETAR (AN + LH)	33	Estufa matrizes (Prensa 4)
10	Polimento	34	Forno maturação 1 (Prensa 4)
11	Forno chapas	35	Forno maturação 2 (Prensa 4)
12	Forno madeiras	36	Corte geral Mecanização
13	QGBT 2	37	Satélite XL
14	Prensa nº 1	38	Olipal
15	Arm. Inteligente matrizes	39	Vegamatic
16	Estufa matrizes (Prensa 1)	40	Phantomatic
17	Forno maturação 1	41	V-Cut
18	QGBT 1	42	Serra
19	Prensa nº 2	43	Forno (Lac. Vertical)
20	Estufa matrizes (Prensa 2)	44	Túnel (Lac. Vertical)
21	QGBT 4	45	ETAR (Iac. Vertical)
22	Prensa nº 3	46	Unidade limpeza (Lac. Vertical)
23	Torre arrefecimento (Prensa 3)	47	Lacagem Vertical 2
24	Estufa matrizes (Prensa 3)	48 a 52	5 compressores

A quantificação das economias e período de retorno do investimento associados a esta medida dependerão sempre da utilização que se faça desta ferramenta, estimando-se, para este caso, um valor de 2,0% de poupança no consumo de energia elétrica e gás natural. Na tabela seguinte apresenta-se o resumo da implementação desta medida.

Tabela 71 - Tabela resumo da medida – Implementação de um sistema de gestão de energia

Fonte de Energia	Redução Anual de energia			Poupança (€)	Investimento (€)	PRI (anos)
	MWh Nm³	tep	tCO ₂			
Energia Elétrica	297,5	64,0	139,8	8 623	105 861	4,2
Gás Natural	32 429	29,4	78,8	16 383		
TOTAL	-	93,3	218,6	25 006	105 861	4,2

Substituição de motores existentes convencionais por motores de eficiência elevada (IE3 ou IE4)

Os motores elétricos de indução são os principais consumidores de energia elétrica ao nível industrial, e a Navarra é disso um bom exemplo. Apesar de já existir a regra de aquisição de motores de alto rendimento (IE3 ou IE4) sempre que seja necessário substituir um motor avariado, existem ainda algumas situações em que os motores instalados não

possuem classe de eficiência indicada, ou são das classes IE1 ou IE2. Para estas situações, foi avaliada a sua substituição por motores da classe IE4 ou, não sendo possível esta classe de eficiência, IE3.

Na tabela seguinte apresentam-se os motores identificados e os pressupostos de funcionamento. Salienta-se que, sempre que possível, foram realizadas medições instantâneas para aferir a potência elétrica absorvida e determinar o índice de carga dos motores. Nas outras situações assumiu-se um índice de carga de 75%. Há que ter em conta que alguns motores possuem variação de velocidade, funcionam a regimes de carga baixos ou com uma variação grande conforme a fase do processo. Em termos de horas de funcionamento, nem todos os motores trabalham o mesmo período que o setor onde estão instalados, apresentando regimes de funcionamento mais reduzidos.

Tabela 72 - Pressupostos de funcionamento dos motores existentes

Setor	Equipamento	Função	Quant. (un.)	Horas de funcionamento ¹ (ano)	Classe Eficiência ²	Potência nominal ³ kW	Potência elétrica nominal ³ kW	Potência elétrica estimada ³ kW	Tensão V	Corrente nominal A	Cos φ	Velocidade rpm	N.º pólos	Rend. Nominal		Regime Carga real Médio	Regime Carga avov.	Consumo anual MWh/ano
														%	%			
Lacagem	Lacagem Vertical 2	Ventilador filtro da pintura	1	5 472	E1	30,0	30,0	24,8	400	53,0	0,90	2 950	2	90,8%	-	-	75,0%	135,6
Lacagem	Lacagem Vertical 1	Banho Soda	2	5 472	E2	5,5	5,5	4,7	400	10,4	0,87	2 900	2	87,7%	-	-	75,0%	51,5
Lacagem	Lacagem Vertical 1	Banho Água	6	5 472	E2	5,5	5,5	4,7	400	10,4	0,87	2 900	2	87,7%	-	-	75,0%	154,4
Lacagem	Lacagem Vertical 1	Banho Ácido	2	5 472	E2	5,5	5,5	4,7	400	10,4	0,87	2 900	2	87,7%	-	-	75,0%	51,5
Lacagem	Lacagem Vertical 1	Banho conversão	2	5 472	E2	5,5	5,5	4,7	400	10,4	0,87	2 900	2	87,7%	-	-	75,0%	51,5
Lacagem	Lacagem Horizontal	Ventilador Recirculação	2	1 804	E1	7,5	7,5	6,6	400	15,4	0,82	1 405	4	85,7%	-	-	75,0%	23,9
Prensa 4	Bomba Hidráulica	Serra	1	6 192	E2	11,0	11,0	9,2	400	21,7	0,82	1 466	4	88,4%	-	-	75,0%	57,2
Prensa 4	Bomba Hidráulica	Serra de billetes	1	6 192	E2	22,0	22,0	18,1	400	39,6	0,88	1 470	4	91,2%	-	-	75,0%	112,0
Prensa 4	Ventilador	Recuperação térmica	1	8 256	E2	22,0	22,0	18,2	400	39,3	0,89	2 959	2	90,9%	-	-	75,0%	149,9
Prensa 4	Bomba Hidráulica	Corte de alumínio	1	6 192	E2	30,0	30,0	24,1	400	53,8	0,86	1 475	4	93,5%	-	-	75,0%	140,0
Prensa 4	Bomba Hidráulica	Esticador	1	6 192	E2	45,0	45,0	36,1	400	79,0	0,88	1 480	4	93,4%	-	-	75,0%	223,7
Prensa 4	Bomba Hidráulica	Envio óleo para acumuladores	1	6 192	E2	22,0	22,0	18,1	400	39,5	0,88	2 950	2	91,3%	-	-	75,0%	111,9
Prensa 4	Bomba Hidráulica	-	1	6 192	E2	18,5	18,5	15,2	400	32,5	0,90	2 928	2	91,4%	-	-	75,0%	94,0
Prensa 4	Bomba Hidráulica	Puller	1	6 192	E2	11,0	11,0	9,2	400	21,7	0,82	1 466	4	88,4%	-	-	75,0%	57,2
Prensa 4	Ventiladores	Ventiladores de arrefecimento	10	8 256	E2	30,0	30,0	24,1	400	53,8	0,86	1 475	4	93,5%	-	-	75,0%	1 986,3
Prensa 4	Bomba Hidráulica	Transfer	1	6 192	E2	7,5	7,5	6,3	400	14,5	0,84	1 451	4	88,7%	-	-	75,0%	39,3
Prensa 3	Bomba Hidráulica	-	1	6 192	E1	3,0	3,0	2,7	400	6,5	0,81	1 435	4	82,2%	-	-	75,0%	16,9
Prensa 3	Ventiladores	Ventiladores de arrefecimento	3	8 256	E1	11,0	11,0	6,2	400	22,0	0,81	1 460	4	88,1%	-	-	50,0%	12,9
Prensa 3	Ventiladores	Ventiladores de arrefecimento	1	8 256	E1	5,5	5,5	4,0	400	11,5	0,83	1 450	4	83,2%	-	-	75,0%	40,9
Prensa 3	Bomba Hidráulica	Esticador	1	6 192	E1	22,0	22,0	18,2	400	40,7	0,84	1 456	4	90,7%	63,0%	-	75,0%	112,7
Prensa 3	Bomba Hidráulica	Prensa sucateira	1	6 192	E1	30,0	30,0	24,2	400	57,1	0,85	1 450	4	89,2%	-	-	75,0%	131,3
Prensa 3	Bomba Hidráulica	Serra	1	6 192	E1	22,0	22,0	18,2	400	41,7	0,84	1 456	4	90,7%	-	-	75,0%	112,7
Prensa 3	Ventiladores	Ventiladores de recirculação	6	8 256	E1	22,0	22,0	17,9	400	42,0	0,82	1 460	4	92,2%	-	-	75,0%	886,5
Prensa 3	Bomba Hidráulica	-	1	6 192	E1	2,2	2,2	2,0	400	4,8	0,81	1 435	4	81,7%	-	-	75,0%	12,5
Prensa 2	Bomba Hidráulica	Sucateira	1	6 192	E1	30,0	30,0	21,2	400	57,1	0,85	1 450	4	89,2%	63,0%	-	75,0%	131,3
Prensa 2	Bomba Hidráulica	Esticador	1	6 192	E1	22,0	22,0	18,2	400	41,7	0,84	1 456	4	90,7%	9,9%	-	75,0%	14,9
Prensa 2	Bomba Hidráulica	Elevatória de mesa	1	6 192	E1	5,5	5,5	4,0	400	11,5	0,83	1 450	4	83,2%	-	-	75,0%	51,8
Prensa 2	Serra	Serra de Corte	1	6 192	E1	2,2	2,2	1,2	400	4,8	0,82	1 435	4	80,7%	44,0%	-	75,0%	7,4
Prensa 2	Motor	Entrada de billetes	1	6 192	E2	7,5	7,5	6,3	400	14,7	0,83	1 465	4	88,7%	-	-	75,0%	39,3
Prensa 2	Bomba	Bomba água lavadora	1	8 256	E1	3,0	3,0	2,7	400	5,9	0,88	2 990	2	83,4%	-	-	75,0%	22,3
Prensa 2	Ventilador	Estufa	4	8 256	E1	22,0	22,0	11,0	400	42,0	0,84	1 460	4	90,0%	45,0%	-	75,0%	383,3
Prensa 2	Ventilador	Mesa sal da material	1	8 256	E1	11,0	11,0	9,2	400	21,1	0,84	1 460	4	88,6%	-	-	75,0%	76,0
Prensa 2	Ventilador	Forno Comatagem	4	8 256	E1	18,5	18,5	15,4	400	36,1	0,82	1 465	4	90,2%	-	-	75,0%	508,0
Prensa 1	Ventilador	Sistema de recuperação	1	8 256	E2	22,0	22,0	18,2	400	39,3	0,89	2 959	2	90,9%	25,2%	-	75,0%	50,4
Prensa 1	Ventilador	Introdução de calor	1	8 256	E2	30,0	30,0	24,0	400	53,8	0,86	1 475	4	93,6%	-	-	75,0%	198,5
Prensa 1	Bomba Hidráulica	Pilobagem Comprimado	2	6 192	E1	18,5	18,5	15,8	400	37,1	0,82	1 465	4	87,8%	-	-	75,0%	195,8
Prensa 1	Ventilador	Extrusão de calor	3	8 256	E2	15,0	15,0	12,4	400	28,7	0,83	1 465	4	90,9%	-	-	75,0%	306,6
Prensa 1	Bomba hidráulica	Sucateira	1	6 192	E1	30,0	30,0	21,2	400	55,8	0,86	1 470	4	90,2%	-	-	75,0%	131,3
Prensa 1	Bomba hidráulica	Esticador	1	6 192	E1	22,0	22,0	18,2	400	42,7	0,84	1 466	4	88,5%	9,7%	-	75,0%	14,9
Prensa 1	Bomba hidráulica	Mesa	1	6 192	E1	9,2	9,2	7,7	400	18,1	0,82	1 455	4	88,5%	-	-	75,0%	47,8
Prensa 1	Bomba hidráulica	Serra	1	6 192	E1	2,2	2,2	1,2	400	4,9	0,81	1 435	4	80,0%	43,6%	-	75,0%	7,4
7 081,9																		

¹ Em alguns motores considerou-se um fator de utilização de 75% (bombas hidráulicas, serras, ventilador, etc.)

² Nos motores sem indicação de classe de eficiência considerou, por defeito, E1.

³ Considerado um regime de carga de 75%

Na tabela seguinte apresentam-se os pressupostos de funcionamento futuro, após a substituição, assim como as economias expectáveis e os investimentos considerados. No caso dos investimentos, consideraram-se os preços de catálogo do fabricante, acrescido de 30% para mão-de-obra na instalação. Observa-se que os períodos de retorno são bastantes elevados, o que é devido ao facto de o preço da energia elétrica no ano de referência ter sido muito baixo (28,99 €/MWh).

NOTA: os motores indicados não incluem os referentes à medida “Otimização do funcionamento de 3 prensas (Instalação de VEV nas bombas e substituição de motores)”.

Tabela 73 - Pressupostos de funcionamento dos novos motores IE3 ou IE4

Setor	Equipamento	Motores	Quant. (un.)	Horas de funcionamento h/ano	Potência mecânica nominal kW	Classe Eficiência MAR	Rend. MAR %	Potência absorvida futura kW	Regime Carga (%)	Consumo atual MWh/ano	Consumo futuro MWh/ano	Poupança		Investimento ¹ €	PRI anos
												MWh/ano	€/ano		
Lacagem	Lacagem Vertical 2	Ventilador Filtro da pintura	1	5 472	30,0	IE4	94,5%	23,8	75,0%	135,6	130,3	5,3	155	2 915	18,8
Lacagem	Lacagem Vertical 1	Banho Soda	2	5 472	5,5	IE3	89,4%	4,6	75,0%	51,5	50,5	1,0	28	1 057	38,1
Lacagem	Lacagem Vertical 1	Banho água	6	5 472	5,5	IE3	89,4%	4,6	75,0%	154,4	151,5	2,9	83	3 170	38,1
Lacagem	Lacagem Vertical 1	Banho ácido	2	5 472	5,5	IE3	89,4%	4,6	75,0%	51,5	50,5	1,0	28	1 057	38,1
Lacagem	Lacagem Horizontal	Banho conversão	2	5 472	5,5	IE3	89,4%	4,6	75,0%	51,5	50,5	1,0	28	1 057	38,1
Lacagem	Lacagem Horizontal	Ventilador Recirculação	2	1 824	7,5	IE4	92,6%	6,1	75,0%	23,9	22,2	1,8	52	1 808	35,1
Prrensa4	Bomba Hidráulica	Serra	1	6 192	11,0	IE4	93,3%	8,8	75,0%	57,2	54,8	2,4	70	1 360	19,4
Prrensa4	Bomba Hidráulica	Serra de billetes	1	6 192	22,0	IE4	94,5%	17,5	75,0%	112,0	108,1	3,9	114	2 658	23,4
Prrensa4	Ventilador	Recuperação térmica	1	8 256	22,0	IE4	94,0%	17,6	75,0%	149,9	144,9	5,0	144	2 068	14,3
Prrensa4	Bomba Hidráulica	Corte de alumínio	1	6 192	30,0	IE4	94,9%	23,7	75,0%	149,0	146,8	2,2	63	3 087	49,1
Prrensa4	Bomba Hidráulica	Esticador	1	6 192	45,0	IE4	95,4%	35,4	75,0%	223,7	219,1	4,7	136	3 927	29,0
Prrensa4	Bomba Hidráulica	Envio óleo para acumuladores	1	6 192	22,0	IE4	94,0%	17,6	75,0%	111,9	108,7	3,2	94	2 068	22,1
Prrensa4	Bomba Hidráulica	-	1	6 192	18,5	IE4	93,7%	14,8	75,0%	94,0	91,7	2,3	67	1 577	23,6
Prrensa4	Bomba Hidráulica	Puller	1	6 192	11,0	IE4	93,3%	8,8	75,0%	57,2	54,8	2,4	70	1 360	19,4
Prrensa4	Ventiladores	Ventiladores de arrefecimento	10	8 256	30,0	IE4	94,9%	23,7	75,0%	1 986,3	1 957,4	28,9	838	30 868	36,8
Prrensa4	Bomba Hidráulica	Transfer	1	6 192	7,5	IE4	92,6%	6,1	75,0%	39,3	37,6	1,7	48	904	18,8
Prrensa3	Bomba Hidráulica	-	1	6 192	3,0	IE3	88,0%	2,6	75,0%	16,9	15,8	1,1	32	371	11,6
Prrensa3	Ventiladores	Ventiladores de arrefecimento	3	8 256	11,0	IE4	93,3%	5,9	50,0%	152,9	146,0	6,9	200	4 079	20,4
Prrensa3	Ventiladores	Ventiladores de arrefecimento	1	8 256	5,5	IE4	91,9%	4,5	75,0%	40,9	37,1	3,9	113	756	6,7
Prrensa3	Bomba Hidráulica	Esticador	1	6 192	22,0	IE4	94,5%	17,5	75,0%	112,7	108,1	4,6	133	2 658	20,0
Prrensa3	Bomba Hidráulica	Pressa sucateira	1	6 192	30,0	IE4	94,9%	19,9	63,0%	131,3	123,4	7,9	228	3 087	13,5
Prrensa3	Bomba Hidráulica	Serra	1	6 192	22,0	IE4	94,5%	17,5	75,0%	112,7	108,1	4,6	133	2 658	20,0
Prrensa3	Ventiladores	Ventiladores de recirculação	6	8 256	22,0	IE4	94,5%	17,5	75,0%	886,5	864,9	21,6	625	15 946	25,5
Prrensa3	Bomba Hidráulica	-	1	6 192	2,2	IE3	87,0%	1,9	75,0%	12,5	11,7	0,8	22	310	13,9
Prrensa2	Bomba Hidráulica	Sucateira	1	6 192	30,0	IE4	94,9%	19,9	63,0%	131,3	123,4	7,9	228	3 087	13,5
Prrensa2	Bomba Hidráulica	Esticador	1	6 192	22,0	IE4	94,5%	2,3	9,9%	14,9	14,3	0,6	18	2 658	151,6
Prrensa2	Bomba Hidráulica	Elevatória da mesa	1	6 192	5,5	IE4	91,9%	4,5	75,0%	51,8	27,8	24,0	696	756	1,1
Prrensa2	Serra	Serra de Corte	1	6 192	2,2	IE3	87,0%	1,1	44,0%	7,4	6,9	0,5	16	310	19,8
Prrensa2	Motor	Entrada de billetes	1	6 192	7,5	IE4	92,6%	6,1	75,0%	39,3	37,6	1,6	48	904	19,0
Prrensa2	Bomba	Bomba água lavadora	1	8 256	3,0	IE3	87,1%	2,6	75,0%	22,3	21,3	0,9	27	335	12,2
Prrensa2	Ventilador	Estufa	4	8 256	22,0	IE4	94,5%	10,5	45,0%	363,3	346,0	17,3	501	10 631	21,2
Prrensa2	Ventilador	Mesa saída material	1	8 256	11,0	IE4	93,3%	8,8	75,0%	76,0	73,0	3,0	88	1 360	15,5
Prrensa2	Ventilador	Forno Colmatagem	4	8 256	18,5	IE4	94,2%	14,7	75,0%	508,0	486,4	21,5	624	8 911	14,3
Prrensa1	Ventilador	Sistema de recuperação	1	8 256	22,0	IE4	94,0%	5,9	25,2%	50,4	48,7	1,7	48	2 068	42,7
Prrensa1	Ventilador	Introdução de calor	1	8 256	30,0	IE4	94,9%	23,7	75,0%	198,5	195,7	2,7	80	3 087	38,8
Prrensa1	Bomba hidráulica	Pilagem Compressão	2	6 192	18,5	IE4	94,2%	14,7	75,0%	195,8	182,4	13,4	387	4 455	11,5
Prrensa1	Ventilador	Extracção de calor	3	8 256	15,0	IE4	93,9%	12,0	75,0%	306,6	296,7	9,8	285	4 533	15,9
Prrensa1	Bomba hidráulica	Sucateira	1	6 192	30,0	IE4	94,9%	20,2	75,0%	131,3	124,8	6,5	187	3 087	16,5
Prrensa1	Bomba hidráulica	Esticador	1	6 192	22,0	IE4	94,5%	2,2	9,7%	14,9	13,9	0,9	27	2 658	97,7
Prrensa1	Bomba hidráulica	Mesa	1	6 192	9,2	IE4	93,0%	7,4	75,0%	47,8	45,9	1,8	53	1 119	21,3
Prrensa1	Bomba hidráulica	Serra	1	6 192	2,2	IE3	87,0%	1,1	43,6%	7,4	6,8	0,6	17	310	17,9
			-	-	-	-	-	-	-	7 083,9	6 846,2	235,7	6 831	441 068	20,6

Nas tabelas seguintes apresenta-se a medida de substituição dos motores, considerando apenas as situações em que o período de retorno é menor ou igual a 25 anos (assinaladas a verde).

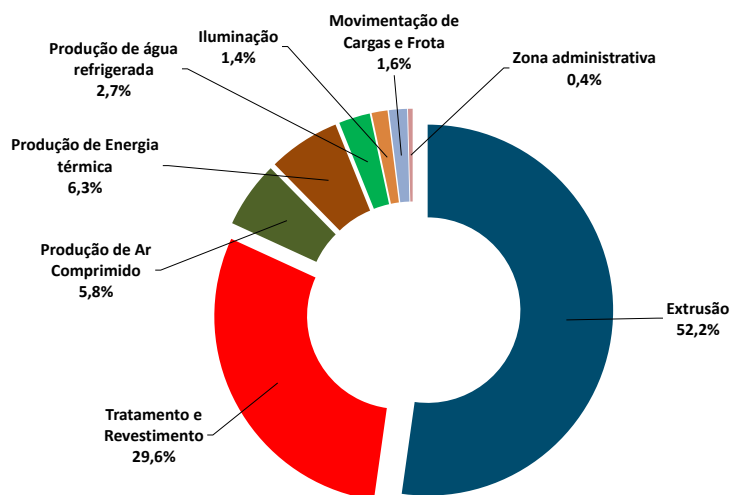
Tabela 74 - Tabela resumo da medida – Substituição de motores convencionais por motores IE3 ou IE4

Fonte de Energia	Redução de Energia e emissões de CO ₂			Poupança	Invest.	PRI (anos)
	(MWh/ano)	(tep)	(tCO ₂)	(€)	(€)	
Energia Elétrica	164,9	35,4	77,5	4 779	68 622	14,4

10. CONCLUSÕES

A realização da auditoria energética permitiu identificar os principais consumidores de energia desta instalação, assim como a identificação de algumas oportunidades de melhoria da eficiência energética da instalação.

No gráfico seguinte apresenta-se a repartição do consumo de energia pelos diferentes setores.


Gráfico 47 - Desagregação dos consumos de energia pelos diferentes setores

Na tabela seguinte apresenta-se um resumo das oportunidades de racionalização do consumo de energia identificadas e estudadas nesta auditoria energética, assim como as datas previstas para implementação no PREn

Tabela 75 - Medidas de racionalização do consumo de energia a incluir no PREn e data de implementação

QUADRO RESUMO DAS MEDIDAS DA AUDITORIA ENERGÉTICA													
		POUPANÇA (ENERGIA ELÉTRICA)		POUPANÇA (GÁS NATURAL)		POUPANÇA (TOTAL)				INVEST. €	RETORNO anos	IMPLEMENTAÇÃO ano	
		MWh/ano	€/ano	Nm³/ano	€/ano	tep/ano	%	tCO₂/ano	%				€/ano
Central de Ar Comprimido		74,8	2 167,3	0,0	0,0	16,1	0,3%	35,1	0,3%	2 166	40 742	18,8	
7	Otimização do funcionamento da central de ar comprimido	46,5	1 349	-	-	10,0	0,2%	21,9	0,2%	1 348	24 600	18,3	2024
1	Extração do ar quente dos compressores para o exterior - Redução da temperatura na central de ar comprimido	28,2	818	-	-	6,1	0,1%	13,3	0,1%	818	16 142	19,7	2030
Central Térmica		0,0	0	6 886	3 478,7	6,2	0,1%	16,7	0,2%	3 479	6 700	1,9	
6	Aplicação de isolamentos térmicos em tubagens e acessórios	-	-	6 886	3 479	6,2	0,1%	16,7	0,2%	3 479	6 700	1,9	2025
Iluminação		36,1	1 148	0,0	0,0	7,8	0,2%	17,0	0,2%	1 148	7 934	6,9	
2	Substituição da iluminação existente por iluminação mais eficiente - Embalamento	36,1	1 148	-	-	7,8	0,2%	17,0	0,2%	1 148	7 934	6,9	2025
Motores Elétricos		750,8	21 765	0,0	0,0	161,4	3,4%	352,9	3,3%	21 765	1 054 017	48,4	
3	Substituição de motores existentes convencionais por motores de eficiência elevada (IE3 ou IE4)	164,9	4 779	-	-	35,4	0,8%	77,5	0,7%	4 779	68 622	14,4	2030
4	Otimização do funcionamento de 3 prensas (Instalação de VEV nas bombas e substituição de motores)	586,0	16 985	-	-	126,0	2,7%	275,4	2,6%	16 985	985 395	58,0	2025
Serviços Elétricos		297,5	8 623	32 429	16 383	93,3	2,0%	218,6	2,0%	25 006	105 861	4,2	
5	Otimização do Sistema de Gestão de Energia	297,5	8 623	32 429	16 383	93,3	2,0%	218,6	2,0%	25 006	105 861	4,2	2024
Total		1 159,2	33 703	39 314	19 862	284,8	6,0%	640,3	6,0%	53 563	1 215 255	22,7	

Nota:

Consumo total de energia no ano de referência da auditoria - 2023

4 714,5

tep

Consumo de energia considerando 50% da energia proveniente da UPAC - 2023

4 606,7

tep

Emissões no ano de referência da auditoria - 2023

10 687,3

tCO₂

Redução prevista *

284,8

tep

6,2%

640,3

tCO₂

6,0%

* percentagem determinada considerando apenas 50% da energia proveniente da UPAC

De acordo com o apresentado, as medidas selecionadas preconizam uma redução do consumo global de energia (tep) de 6%, no entanto se se considerar apenas 50% da energia proveniente da UPAC, à semelhança do que é considerado no cálculo dos indicadores, a redução global será de 6,2%. Em termos de redução dos indicadores energéticos, apresenta-se na tabela seguinte os valores obtidos no ano de referência, as metas legais do SGCIE para o final do PREn e os objetivos previstos para cada produto considerado. Verifica-se que as metas para a intensidade carbónicas e consumo específico do produto Extrusão são alcançadas e até ultrapassadas, ficando apenas por alcançar as metas da intensidade energética e do consumo específico dos Acabamentos.

Tabela 76 - Indicadores energéticos atuais e previstos para o final do PREn

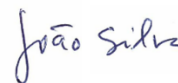
	Consumo de energia (tep)	Intensidade Energética ¹ (kgep/€)	Consumo Específico ¹ (kgep/t)		Intensidade Carbónica (tCO ₂ /tep)	
Produtos	Global	Global	Extrusão	Acabamento e Revestimento	Extrusão	Acabamento e Revestimento
Ano de referência (2023)	4 714,5	0,183	103,436	538,453	2,26	2,28
Meta do SGCIE (6%)	-	0,172	97,230	506,145	2,26	2,28
Redução com implementação das medidas	284,8	0,011	8,399	18,983	0,18	0,09
Objetivo no final do PREn	4 429,7	0,172	95,037	519,469	2,26	2,28
Redução prevista (%)	-6,0%	-6,2%	-8,1%	-3,5%	0,1%	-0,1%

¹ Considerando apenas 50% da energia proveniente de fontes renováveis ou endógenas

Salienta-se que estão previstas várias alterações nesta instalação nos próximos 3 anos, algumas delas que condicionam a implementação de algumas das medidas estudadas, nomeadamente a aplicação de isolamentos térmicos. As alterações previstas são as seguintes:

- Construção de uma nova anodização e desativação da existente
- Aquisição de uma nova caldeira e possível desativação das 2 existentes
- Construção de uma nova ETAR e sistema de recuperação de água (com inclusão da utilização de CO₂) e desativação da ETAR2;
- Construção de um armazém inteligente de custos e abastecimento do armazém via albatroz, implicando a desativação da maioria dos carros internos de movimentação de cargas;
- Instalação de uma subestação, passando a instalação a ser alimentada em Alta Tensão;
- Sistema de recuperação da soda, reduzindo o consumo de soda e reduzindo a produção de resíduo
- Novo pavilhão de embalagem
- Reformulação do showroom
- Instalação de uma nova prensa (Prensa 5)

O TÉCNICO RECONHECIDO (TR-484)



João Silva

11. ANEXOS

Tabela 77 - Levantamento da iluminação existente

Navarra		REGIME DE FUNC.	CENÁRIO EXISTENTE					
Sector	Zona	Nº de horas/ano	Quant.	Tipo de Luminária	Tipo Balastro	Potência Unit. por Luminária [W]	Potência Total [W]	Consumo Anual Total [kWh/ano]
Embalamento	Embalamento	5 472	120	FT5 2x49	BE	107	12 840	70 260
Matrizaria	Armazém automático	5 472	59	LED T5 2x36	-	72	4 248	23 245
Rutura térmica e Mecanização	Corte térmico	5 472	2	LED 40	-	40	80	438
Rutura térmica e Mecanização	Corte térmico	5 472	3	LED T8 1x14	-	14	42	230
Rutura térmica e Mecanização	Corte térmico	5 472	1	LED T8 1x20	-	20	20	109
Extrusão		6 696	3	LED T5 1x36	-	36	108	723
Extrusão		6 696	19	LED 40	-	40	760	5 089
Extrusão		6 696	1	LED T8 1x14	-	14	14	94
Extrusão		6 696	1	LED T8 2x14	-	28	28	187
Extrusão		6 696	2	LED T8 1x20	-	20	40	268
Extrusão		6 696	4	Led T8 2x20	-	40	160	1 071
Extrusão		6 696	84	LED 138	-	138	11 592	77 620
Extrusão		6 696	22	LED T5 1x49	-	49	1 078	7 218
Rutura térmica e Mecanização	Corte e mecanização	5 472	11	LED T8 1x20	-	20	220	1 204
Rutura térmica e Mecanização	Corte e mecanização	5 472	112	LED T5 2x36	-	72	8 064	44 126
Lacagem	Lacagem horizontal e madeira	1 824	2	LED 40	-	40	80	146
Lacagem	Lacagem horizontal e madeira	1 824	8	LED T8 2x20	-	40	320	584
Lacagem	Anodização	5 472	7	LED 40	-	40	280	1 532
Lacagem	Anodização	5 472	10	LED T8 2x14	-	28	280	1 532
Lacagem	Anodização	5 472	1	LED T8 2x20	-	40	40	219
Lacagem	Anodização	5 472	8	LED 83	-	83	664	3 633
Lacagem	Anodização	5 472	11	LED 138	-	138	1 518	8 306
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	20	LED 5	-	5	100	182
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	34	LED 40	-	40	1 360	2 481
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	15	LED T8 2x14	-	28	420	766
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	16	LED T8 2x20	-	40	640	1 167
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	62	LED T5 1x25	-	25	1 550	2 827
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	12	LED 35	-	35	420	766
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	32	LED 35	-	35	1 120	2 043
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	33	LED 18	-	18	594	1 083
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	6	LED 37	-	37	222	405
Serviços Administrativos e Sociais	Escritórios e Showroom	1 824	6	LED 83	-	83	498	908
Lacagem	Lacagem vertical	5 472	4	LED T8 1x14	-	14	56	306
Lacagem	Lacagem vertical	5 472	8	LED T8 1x20	-	20	160	876
Lacagem	Lacagem vertical	5 472	8	LED 83	-	83	664	3 633
Armazém Prod. Acab.		1 824	8	LED 40	-	40	320	584
Armazém Prod. Acab.		1 824	5	LED T8 1x20	-	20	100	182
Armazém Prod. Acab.		1 824	1	LED T8 2x20	-	40	40	73
Armazém Prod. Acab.		1 824	106	LED T5 2x36	-	72	7 632	13 921
Armazém Prod. Acab.		1 824	28	LED 138	-	138	3 864	7 048
Exterior		4 380	5	LED T8 1x14	-	14	70	307
Exterior		4 380	11	LED T8 2x20	-	40	440	1 927
Exterior		4 380	30	LED 69	-	69	2 070	9 067
Exterior		4 380	26	LED 95	-	95	2 470	10 819
		-	967	-	-	-	67 286	309 208