

DADOS TÉCNICOS DOS EQUIPAMENTOS

FABRICANTE:

SYSTEEL, LDA.

ENDEREÇO:

Zona Industrial de São Cosmado, Rua de St. António – 3530-258 Mangualde

Telefone: 232 471 236

Fax: 232 471 237

EQUIPAMENTO:

Central térmica de produção de água quente com potência térmica nominal 0.600MWth

1-CALDEIRA

MODELO: SYSAGVF600

Tabela 1- Características técnicas da caldeira

Potencia Nominal Máxima de Saída*	MWth	0.600
Potencia Nominal Máxima de Saída	Mcal/h	516
Volume de Água	m ³	3,2
Peso da Caldeira	kg	4450
Temperatura Máxima da Água	°C	105
Pressão Máxima em Serviço	bar	0,5
Pressão de Teste em Fábrica	bar	5

*para um rendimento de 88% do equipamento.

DIMENSÕES:

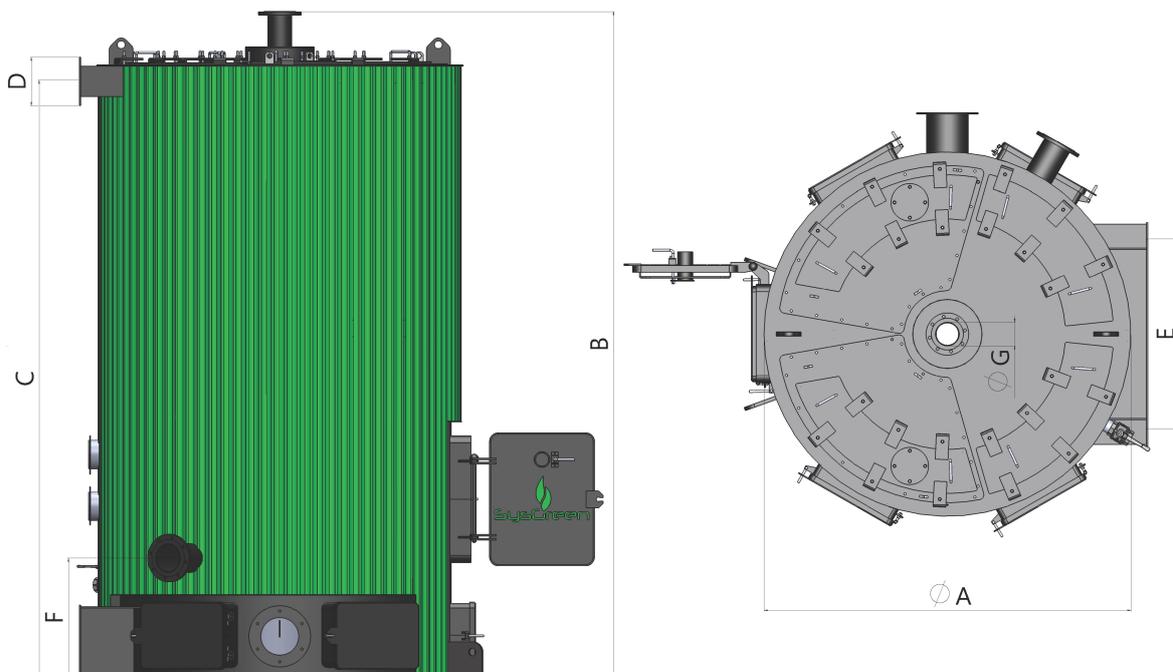


Figura 1-Desenho esquemático caldeira

Tabela 2-Dimensões da caldeira

Ø A	mm	1960
B	mm	3930
C	mm	3520
D	mm	285
E	mm	1050

2-SEM-FIM DE ALIMENTAÇÃO

O sem-fim de alimentação da caldeira está equipado com um moto-reductor com variação de frequência, pelo que a sua rotação é controlada e limitada pelo quadro de controlo da caldeira. Deste modo, o cliente tem a opção de trocar de combustível, mantendo o mesmo sem-fim. Sempre que existir uma troca de combustível, é necessário configurar o quadro de controlo para a queima do mesmo. Caso o cliente não o faça, todos os parâmetros de queima (insuflação de ar, extração de fumos, níveis de O₂ na camara de combustão, rotação do sem-fim,...), estarão desajustados e a caldeira não terá o funcionamento correto. Por exemplo, se usar pellets com a configuração de estilha, vai ser admitido muito mais material, mas a caldeira não terá capacidade para o queimar, ou seja, a caldeira fica cheia de material e não existe ar suficiente para o queimar. Caso isto aconteça, a caldeira entra em ERRO. O equipamento é dimensionado para o bom uso por parte do cliente, caso use outro material não listado, ou o insira pela porta principal da caldeira, a SYSTEEL não garante quaisquer valores de potência.

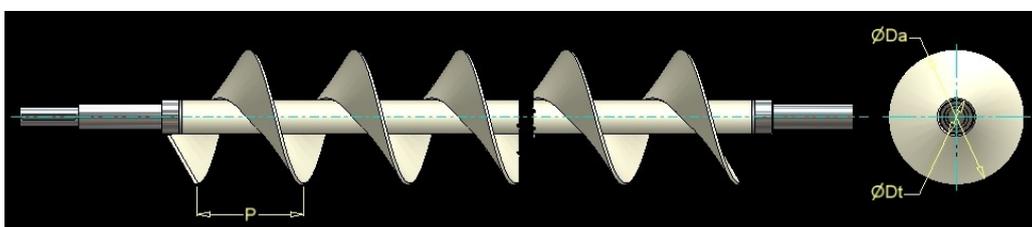


Figura 2-Desenho esquemático parafuso sem-fim

Tabela 3-Propriedades sem-fim de alimentação

Diâmetro Alheta [mm]	200
Diâmetro Tubo Alheta [mm]	50
Passo entrada [mm]	165
Coefficiente Carga [0,4-0,5]	0,5
Rotação máxima moto-reductor [RPM]	4,7

Na Tabela 4 são apresentadas as potências térmicas nominais de entrada (MWth) para diversos combustíveis, tendo em conta o PCI dos mesmos (kWh/kg) e a capacidade de alimentação do sem fim (kg/h). São também apresentadas as potencias térmicas nominais de saída (Mwth), tendo em conta a potência térmica nominal de entrada (MWth) e o rendimento do equipamento (88%).

Tabela 4-Potência nominal em função das propriedades de material e rotação do sem-fim

	PCI (kWh/Kg)	PCI (kcal/Kg)	Densidade do material (kg/m ³)	Capacidade alimentação do sem-fim (kg/h)	Rotação sem-fim (RPM)	Potencia térmica nominal máxima de entrada (MWth)	Potencia térmica nominal máxima de saída para 88% rendimento (MWth)
Biomassa em geral	3,92	3 382	350	168	3,30	661	581
Serrim	4,38	3 780	250	153	4,20	671	590
Estilha pinheiro (humidade <20%)	4,19	3 608	330	159	3,30	664	584
Casca frutos secos	4,30	3 710	220	151	4,70	649	570
Casca cereais	3,65	3 150	130	89	4,70	325	286
Casca de amêndoa (humidade <20%)	4,42	3 808	220	151	4,70	666	586
Pellets em geral	4,57	3 940	650	142	1,50	650	571
Pellets de madeira (humidade <15%)	5,01	4 319	650	133	1,40	665	584

3-CICLONE

Cálculo da eficiência do ciclone em função do diâmetro da partícula filtrada

Na Figura 3 estão representadas as dimensões do ciclone relevantes para o cálculo da eficiência.

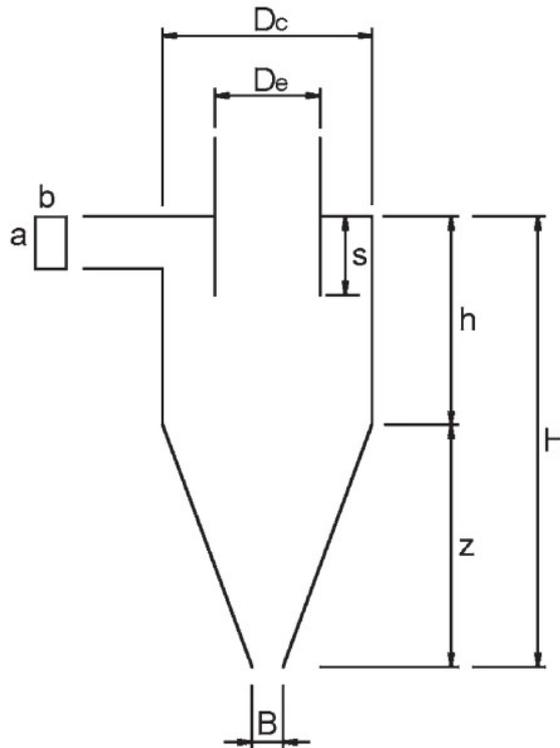


Figura 3-Dimensões do Ciclone

Segundo o Modelo de Barth, a eficiência do ciclone para uma partícula de diâmetro D_i é calculada através da equação 1, em que V_{ts} representa a velocidade terminal da partícula e V_{ts}^m representa a velocidade terminal da partícula coletada com 50% de eficiência em m/s.

$$\eta_i = \frac{1}{[1+(V_{ts}/V_{ts}^m)^{-2.2}]} \quad (1)$$

A razão entre V_{ts} e V_{ts}^m é dada pela equação 2, sendo que h^m representa a altura do eixo central do ciclone em metros e definida pela equação 3 e 4; ρ_p a densidade da partícula em kg/m³; V_{tmax} representa a velocidade tangencial máxima em m/s, definida pela equação 5; μ a densidade do ar em kg/m.s; e Q o caudal do gás em m³/s.

$$\frac{V_{ts}}{V_{ts}^m} = \frac{\pi h^m \rho_p V_{tmax}^2 D_i^2}{9 \mu Q} \quad (2)$$

$$h^m = H - S, \text{ se } D_e \leq B \quad (3)$$

$$h^m = \frac{(H-h)(D_c - D_e)}{D_c - B} + (h - S), \text{ se } D_e \geq B \quad (4)$$

$$V_{tmax} = v_0 \left[\frac{(D_e/2)(D_c - b)\pi}{2\alpha b\alpha + h^m(D_c - b)\pi\lambda} \right] \quad (5)$$

v_0 representa a velocidade do gás à saída do ciclone em m/s, e é definida pela equação 6. O parâmetro λ é um fator de fricção sendo que o valor sugerido pelo modelo é de 0.02.

$$v_0 = \frac{4Q}{\pi D_e^2} \quad (6)$$

O parâmetro α pode ser relacionado com as dimensões b e D_c pela seguinte equação:

$$\alpha = 1 - 1.2(b/D_c) \quad (7)$$

Na Tabela 5 estão definidas todas as variáveis usadas para cálculo da eficiência do ciclone.

Tabela 5- Definição de variáveis

H	2,525	m
h	0,965	m
D_c	0,7	m
D_e	0,42	m
S	0,69	m
B	0,255	m
b	0,15	m
a	0,525	m
Q	0,83	m^3/s
ρ_p	1602	kg/m^3
μ	1,83E5	$kg/m.s$

Na Tabela 6 são apresentados os valores teóricos de eficiência do ciclone em função do diâmetro da partícula a ser filtrada, sendo que a curva de aproximação se encontra representada no gráfico da Figura 4.

Tabela 6-Eficiência do ciclone em função do diâmetro da partícula

D_i (μm)	Eficiência (%)
1	2,4E-05
2	0,002
3	0,027
5	0,706
9	23,426
11	52,495
12	65,853
15	88,943
25	99,529
50	99,994

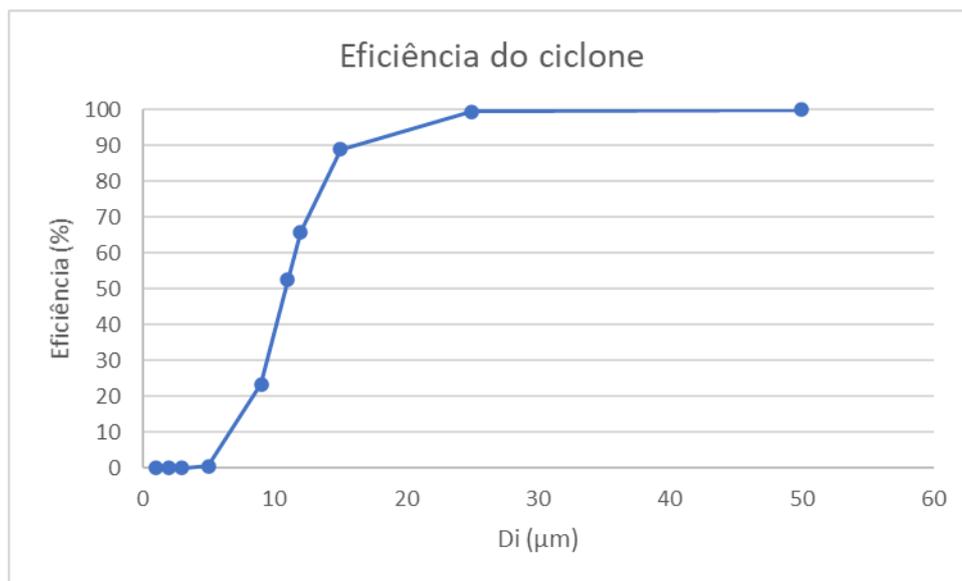


Figura 4- Curva da eficiência do ciclone

4-CHAMINÉ

Determinação do H_p (altura da chaminé expressa em metros), em função das características do efluente (Portaria n.º 190-A/2018)

$$H_p = \sqrt{S} \times \left(\frac{1}{Q \times \Delta T} \right)^{\frac{1}{5}} \quad (1)$$

$$S = \frac{F \times q}{C} \quad (2)$$

$$C = C_R - C_F \quad (3)$$

em que:

- H_p = altura final da chaminé em causa (expressa em metros);
- Q = caudal volúmico dos gases (expresso em m^3/h), à Temperatura (T) de saída dos gases para a atmosfera, com a instalação a funcionar à potência nominal;
- ΔT = diferença entre a T dos gases (à saída da chaminé) e a T média anual típica da região (expressas em $^{\circ}C$). Se $\Delta T \leq 50$, considera-se $\Delta T = 50$;
- F = coeficiente de correção ($F = 340$ para gases; $F = 680$ para partículas);
- q = caudal mássico máximo passível de emissão do poluente considerado (expresso em kg/h);
- C = diferença entre $C_R - C_F$ (expressa em mg/Nm^3)
- C_R = concentração de referência:
 - C_R (partículas) = $0,150 \text{ mg/ m}^3$
 - C_R (NO_x) = $0,140 \text{ mg/ m}^3$
 - C_R (SO_2) = $0,100 \text{ mg/ m}^3$
- C_F = média anual da concentração do poluente considerado medida no local. Na ausência de dados de avaliação da qualidade do ar para essa região, devem usar-se os seguintes valores (expressos em mg/ m^3):

CF	Zona rural	Zona urbana/ industrial
Partículas	0,030	0,050
NOx	0,020	0,040
SO2	0,015	0,030

As características dos efluentes da fonte são as constantes da tabela seguinte:

Fonte	Q (m^3N/h)	T saída ($^{\circ}C$)	q PTS (kg/h)	q SO_2 (kg/h)	q NO_x (kg/h)
1	3 000	95	0.45	1.5	1.5

Considerou-se, para efeitos de cálculo, uma temperatura média anual do ar ambiente de 15 °C.

Determinação do C segundo a equação 3:

	CR	CF	C
Partículas	0,15	0,03	0,12
NOx	0,14	0,02	0,12
SO2	0,1	0,015	0,085

Determinação do S máximo segundo a equação 2:

Sempre que se verifique a emissão de mais de um poluente, determinam-se valores de S para cada um dos poluentes presentes no efluente. A altura H_p será determinada tomando o maior valor de S obtido.

	S
Partículas	2550
Nox	4250
SO2	6000

Determinação do H_p segundo a equação 1:

$$\Delta T = 95 - 15 = 80 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$H_p = \sqrt{6000} \times \left(\frac{1}{3000 \times 80} \right)^{\frac{1}{6}} = 9.89 \text{ (m)}$$

Determinação do H_c (altura da chaminé expressa em metros), em função da vizinhança (Portaria n.º 190-A/2018)

Se na vizinhança de uma determinada chaminé existirem obstáculos próximos, a altura H_c deve ser calculada do seguinte modo:

$$H_c = h_0 + 3 - \frac{2D}{5h_0} \quad (4)$$

em que:

- D corresponde à distância, em metros, medida na horizontal, entre a chaminé e o ponto mais elevado do obstáculo;
- h_0 corresponde à altura do obstáculo, em metros, medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé;

Determinação do H_c segundo a equação 4:

- $h_0 = 6m$
- $D = 2m$

$$H_c = 6 + 3 - \frac{2 \times 2}{5 \times 6} = 8.87 (m)$$

A altura mínima da chaminé deve ser 9.89 metros.

Determinação do diâmetro máximo da chaminé (Decreto-Lei n.º 39/2018)

A velocidade de saída dos gases, em regime de funcionamento normal da instalação, deve ser, pelo menos, 6 m.s-1, se o caudal ultrapassar 5000 m3.h-1, ou 4 m.s-1, se o caudal for inferior ou igual a 5000 m3.h-1.

O cálculo do raio máximo da chaminé é feito do seguinte modo:

$$A = \frac{Q}{v} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5)$$

$$r_{\max} = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \text{ (m)} \quad (6)$$

em que:

- A , corresponde à área, em metros quadrados, da secção da chaminé;
- Q , corresponde ao caudal de gases, em metros cúbicos por segundo;
- v , corresponde à velocidade dos gases, em metros por segundo;
- r_{\max} , corresponde ao raio máximo da chaminé em metros.

Tendo em conta as equações 5 e 6 e sabendo que:

- $Q = 3000 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1} = 0.83 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$
- $v = 4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

O raio máximo da chaminé deve ser de 0,258 metros.