

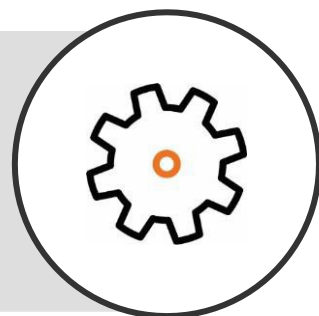


Líder mundial na certificação de  
pellets de madeira

## **Guia ENplus**

### *Armazenamento de pellets de madeira*

GD 3001:2023, primeira edição



Válido em todo o mundo, exceto na Alemanha

EPC/ Bioenergy Europe  
Place du Champ de Mars 2  
1050 Bruxelas, Bélgica  
Tel: + 32 2 318 40 35,  
Correio eletrónico: [enplus@bioenergyeurope.org](mailto:enplus@bioenergyeurope.org)

**Nome do documento:** Armazenamento de pellets de madeira

**Título do documento:** Guia ENplus® GD 3001:2023, primeira edição

**Aprovado por:** Assembleia Geral do Conselho Europeu de Pellets

**Data de aprovação:** 10.02.2023

**Data de publicação:** 13.02.2023

**Data de entrada em vigor:** 13.02.2023

#### **Aviso de direitos de autor**

© Bioenergia Europa 2023

Este documento está protegido por direitos de autor da Bioenergy Europe. Este documento está disponível gratuitamente no sítio Web ENplus® ([www.enplus-pellets.eu](http://www.enplus-pellets.eu)) ou mediante pedido.

Nenhuma parte deste documento, abrangida pelos direitos de autor, pode ser modificada ou alterada, reproduzida ou copiada sob qualquer forma ou por qualquer meio, para fins comerciais, sem a autorização da Bioenergy Europe.

A única versão oficial do presente documento é em inglês. A EPC/Bioenergy Europe ou um licenciador nacional/ associações nacionais de promoção podem fornecer traduções do presente documento. Em caso de dúvida, prevalece a versão inglesa.

## Prefácio

O European Pellet Council (EPC), fundado em 2010 e uma rede da Bioenergy Europe AISBL, é uma organização global que representa os interesses do sector europeu de pellets de madeira. Os seus membros são associações nacionais de pellets ou relacionadas com pellets de vários países dentro e fora da Europa. A EPC fornece uma plataforma para o sector dos pellets discutir questões que devem ser geridas na transição de um produto de nicho para um importante produto energético. Estas questões incluem a normalização e a certificação da qualidade das pellets, a segurança, a segurança do aprovisionamento, a educação e a formação, e os dispositivos de medição da qualidade das pellets.

O Deutsches Pelletinstitut GmbH (Instituto Alemão de Pellets) (**DEPI**) foi fundado em 2008 como uma subsidiária da Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e. V. (Associação Alemã de Combustível de Madeira e Pellets) (DEPV), e fornece uma plataforma de comunicação e um centro de competências para tópicos relacionados com o aquecimento com pellets de madeira. Em 2010, o **DEPI** criou, em cooperação com o Centro Alemão de Investigação de Biomassa de Leipzig (DBFZ) e a proPellets Austria, o esquema ENplus®. Em 2011, os direitos de marca registada para todos os países, exceto a Alemanha, foram transferidos para a EPC.

Atualmente, o EPC é o organismo responsável pelo sistema de certificação de qualidade ENplus® em todos os países, exceto na Alemanha, que é gerido pelo **DEPI**.

Este documento substitui as Diretrizes de Armazenamento ENplus® (publicadas em 2015) e entra em vigor a 13 de fevereiro de 2023.

## Conteúdo

<b>Prefácio</b> .....	<b>3</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Âmbito de aplicação</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Referências normativas</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Termos e definições</b> .....	<b>9</b>
<b>4. Pellets de madeira - um combustível moderno</b> .....	<b>13</b>
4.1 Qualidade do combustível .....	13
4.1.1 Pellets de madeira .....	13
4.1.2 Certificação ENplus .....	13
4.1.3 Aulas de qualidade .....	13
4.1.4 DENSidade aparente .....	17
4.1.5 Partículas finas e poeiras .....	17
4.1.6 Cheiro e emissões .....	18
4.2 Entrega .....	19
<b>5. Planeamento de uma sala de armazenamento de pellets</b> .....	<b>21</b>
5.1 Tipo de armazenamento .....	21
5.2 Tamanho .....	22
5.2.1 Regra de ouro .....	23
5.3 Localização, acessibilidade e sistema de enchimento .....	23
5.3.1 Espaço de estacionamento para o camião de Entregas .....	23
5.3.2 Sistema de Enchimento .....	24
5.3.3 Acessibilidade do sistema de Enchimento .....	24
5.3.4 Acesso ao armazenamento de pellets .....	25
5.4 Sistema de descarga e de transporte .....	25
5.4.1 Tipos de sistemas .....	25
5.4.2 Contra-chama e gases de refluxo .....	26
5.5 Controlo do nível de enchimento .....	26
5.6 Requisitos estruturais .....	27
5.7 Ventilação .....	27
5.8 Proteção contra incêndios e explosões .....	28
5.8.1 Proteção contra incêndios .....	28
5.8.2 Proteção contra a explosão .....	29
5.9 Humidade e molhagem .....	30
<b>6. Sistemas de armazenamento pré-fabricados</b> .....	<b>31</b>
6.1 Geral .....	31
6.2 Desenhos .....	31
6.2.1 Tipos de sistemas de armazenamento .....	31
6.2.2 Silo cónico .....	32
6.2.3 Silo de calha .....	32
6.2.4 Silo de fundo plano .....	32
6.2.5 Silo de tecido com mecanismo de elevação (silo de elevação) .....	33
6.3 Instalação: .....	34
6.4 Ventilação .....	34
6.5 Exemplos .....	35
<b>7. Armazenamento subterrâneo</b> .....	<b>37</b>
<b>8. Armazéns</b> .....	<b>38</b>
8.1 Seleção e construção: .....	38
8.2 Ampliação de uma sala de armazenamento de pellets .....	39
8.2.1 Geral .....	39

8.2.2	Isolamento .....	39
8.2.3	Forro interior .....	40
8.2.4	Pisos inclinados .....	40
8.2.5	Sistema de arquivo.....	41
8.2.6	Tapete de impacto .....	44
8.2.7	Comprimentos de sala até 2 m.....	45
8.2.8	Comprimentos de sala superiores a 5 m.....	45
8.3	Ventilação .....	46
8.3.1	Exemplos de design .....	48
<b>9.</b>	<b>Funcionamento de um armazém de pellets .....</b>	<b>49</b>
9.1	Rotulagem .....	49
9.2	Entrar na sala de armazenamento .....	49
9.3	Entrega de pellets.....	50
9.3.1	Primeiro Enchimento.....	50
9.3.2	Recarga.....	50
9.4	Limpeza e manutenção .....	51
9.5	Procedimento em caso de mau funcionamento .....	51
<b>10.</b>	<b>Maior arrumação .....</b>	<b>52</b>
10.1	Tamanho.....	52
10.2	Sistema de enchimento.....	53
10.3	Sistema de descarga .....	53
	<b>Protocolo de transferência para a armazenagem de pellets.....</b>	<b>56</b>

## Introdução

O principal objetivo do sistema ENplus® é gerir um sistema de certificação ambicioso que visa obter pellets de madeira consistentes e de alta qualidade. O **logótipo ENplus®** permite comunicar a qualidade dos pellets a clientes e consumidores de uma forma transparente e verificável.

Os pellets de madeira são um combustível renovável, produzido principalmente a partir de resíduos de serração. Os pellets de madeira são utilizados como combustível para sistemas de aquecimento residenciais e para queimadores industriais. Trata-se de um combustível refinado que pode ser danificado durante o manuseamento. Por este motivo, a gestão da qualidade é uma necessidade e deve abranger toda a cadeia de abastecimento, desde a escolha da matéria-prima até à entrega final ao utilizador final.

O sistema ENplus® abrange as propriedades técnicas dos pellets, a gestão da qualidade relacionada com as propriedades dos pellets e a satisfação do cliente em toda a cadeia de abastecimento, desde a produção de pellets até à utilização final.

O sistema ENplus® centra-se principalmente no sector do aquecimento doméstico e comercial, mas a certificação ENplus® também está disponível para todos os outros intervenientes na indústria de pellets.

A 4ª grande **revisão** do esquema ENplus® resultou numa mudança abrangente na estrutura da **documentação ENplus®**, nos parâmetros para pellets certificados ENplus® e processos relacionados, e requisitos do sistema de gestão. Este documento faz parte da **documentação ENplus®** que consiste em **normas ENplus®**, documentos de orientação ENplus® bem como documentos de procedimento ENplus®.

As versões atuais da **documentação ENplus®** são publicadas no **site oficial do ENplus®**.

A qualidade dos pellets pode também ser influenciada pelo procedimento de entrega ao utilizador final, mas também por uma conceção inadequada do local de armazenamento do utilizador final. Por conseguinte, o presente documento fornece:

- a) Especificações técnicas do armazenamento do utilizador final que devem ser verificadas pelo **distribuidor** que entrega os pellets, conforme exigido pela norma ENplus® ST 1001;
- b) Especificações técnicas que têm um impacto na aceitação de reclamações, conforme exigido pela ENplus® ST 1001;
- c) Orientações para profissionais e indivíduos que planeiam, constroem e equipam o armazenamento de pellets e asseguram o seu funcionamento e manutenção.

O termo "deve" é utilizado ao longo do presente documento para indicar as disposições que são obrigatórias. O termo "deve" é utilizado para indicar as disposições que, embora não sejam obrigatórias, se espera que sejam adotadas e aplicadas. O termo "pode" indica uma autorização, ao passo que o termo "pode" se refere à capacidade ou possibilidade de um utilizador do presente documento.

Os termos escritos a negrito são definidos no capítulo 3. Termos e definições.

## 1. Âmbito de aplicação

O documento inclui disposições para o armazenamento de pellets por utilizadores finais que são aplicáveis às seguintes entidades que operam em países, que não a Alemanha e sem **Licenciadores Nacionais ENplus®**:

- Os distribuidores com entregas em pequena escala** devem utilizar as disposições identificadas no quadro 1 em ligação com os requisitos da norma ENplus ST 1001 para efeitos de identificação de defeitos óbvios de armazenagem do utilizador final e de investigação da reclamação do utilizador final relativa a coimas;
- Os licenciadores nacionais ENplus®** de países onde haja **fornecimento** de pellets **em pequena escala** devem desenvolver uma diretriz de armazenagem nacional que inclua pelo menos os elementos identificados na Tabela 1 do documento;
- Os utilizadores finais de pellets, os fabricantes e instaladores de dispositivos de aquecimento e de instalações de armazenagem devem utilizar o documento como orientação para a conceção, construção e funcionamento de instalações de armazenagem de pellets.

Quadro 1: Disposições aplicáveis aos **distribuidores** e aos **licenciadores nacionais ENplus®**

Capítulo	Distribuidores	Licenciadores Nacionais ENplus
4.2 Entrega	•	•
5.3.1 Espaço de estacionamento para o camião de entrega	•	•
5.3.2 <b>Sistema de enchimento</b>	•	•
5.3.3 Acessibilidade do <b>sistema de enchimento</b>	•	•
5.3.4 Acesso ao armazenagem de pellets	•	•
5.4 Sistema de descarga e de transporte		•
5.5 Controlo do nível de enchimento		•
5.6 Requisitos estruturais		•
5.7 Ventilação		•
5.8 Proteção contra incêndios e explosões		•
5.9 Proteção contra humidade e explosão		•
8.2 Ampliação de uma sala de armazenagem de pellets	•	•
8.3 Ventilação	•	•
9.3 Fornecimento de pellets	•	•
9.4 Limpeza e manutenção	•	•
9.5 Procedimentos em caso de mau funcionamento		•
10.2 <b>Sistema de enchimento</b>	•	•

## 2. Referências normativas

Os seguintes documentos de referência são indispensáveis para a aplicação do presente documento, tal como definido nos seus requisitos específicos. Para referências datadas, aplica-se apenas a edição relevante. Para referências não datadas, aplica-se a última edição do documento referenciado (incluindo qualquer alteração).

ENplus® ST 1001, *Pellets de madeira ENplus® - Requisitos para as empresas*

ISO 17225-2, *Biocombustíveis sólidos - Especificações e classes de combustíveis - Parte 2: Pellets de madeira graduados*

ISO 20023, *Biocombustíveis sólidos - Segurança de pellets de biocombustíveis sólidos - Manuseamento e armazenamento seguros de pellets de madeira em aplicações residenciais e outras aplicações de pequena escala*



## 3. Termos e definições

### 3.1 agitador

**Sistema de transporte** para a descarga de pellets de madeira do armazém. Os pellets são alimentados a um parafuso por molas de aço rotativas no fundo do armazém. O transporte posterior para o forno pode ser efetuado através de um parafuso ou de um transportador de sucção.

### 3.2 ATEX

Abreviatura francesa de ATmospheres EXplosives. É utilizada como sinónimo das diretivas **ATEX** da UE para proteção contra explosões. As instalações de armazenamento de pellets estão normalmente afetadas à zona **ATEX 22**.

### 3.3 sem-fim / transportador de parafuso

**Sistema de transporte** para a descarga de pellets de madeira do armazém. O transporte posterior para o forno pode ser efetuado através de um parafuso ou de um transportador de sucção. Diferenciação entre parafuso rígido e parafuso flexível. A distância entre as bobinas e o motor deve aumentar e, portanto, ter um gradiente. Canais de parafuso sem obstáculos ou restrições. Deve ser previsto um dispositivo de alívio de pressão para o **sem-fim**.

### 3.4 bocal de insuflação

O bocal ("Storz Type A", DN 100), com uma secção transversal típica de 100 mm, é utilizado para soprar os pellets para o armazenamento. A ligação para o acoplamento da mangueira de enchimento deve ser feita, se possível, no exterior.

### 3.5 densidade aparente

Massa por volume de um leito solto de pellets.

### 3.6 capacidade

**Capacidade** de armazenamento, massa de pellets em toneladas que cabem matematicamente no armazém. A **densidade aparente**, o nível de enchimento e o volume vazio no armazém devem ser tidos em conta.

### 3.7 embraiagem

Peça de ligação ("Storz Tipo A", DN 100) no bocal e nas mangueiras para as ligar firmemente umas às outras.

### 3.8 sistema de transporte

Equipamento para o transporte de pellets para o forno. Pode também incluir a descarga.

### 3.9 DEPI

O **DEPI** (Deutsches Pelletinstitut GmbH) é o organismo de gestão ENplus® para a Alemanha, o organismo de certificação responsável por todas as atividades de certificação na Alemanha e atua como organismo de inspeção na Alemanha.

### 3.10 sistema de descarga

Dispositivo para retirar os pellets do armazém. Pode também incluir o transporte dos pellets para a câmara de combustão.

### 3.11 à prova de pó

Separação estanque ao pó do armazém (paredes, aberturas de entrada/saída) das áreas de habitação e de trabalho. É necessário vedar as mangueiras do sistema de aspiração contra a pressão negativa.

### 3.12 Gestão Internacional ENplus®

A Bioenergy Europe AISBL, representada pelo Conselho Europeu de Pellets (EPC), é o órgão diretivo do sistema de certificação ENplus® com responsabilidade geral pela gestão do sistema ENplus® fora da Alemanha.

### 3.13 Licenciador Nacional ENplus®

Um corpo diretivo do sistema de certificação ENplus® nomeado pela **Gestão Internacional ENplus®** para gerir o esquema ENplus® num país específico. Em Portugal é a AIMMP, Associação das Indústrias de Madeira e Mobiliário de Portugal

### 3.14 Folha de EPDM

Película elástica e resistente ao desgaste. Material adequado com uma superfície de baixa abrasão para tapetes de impacto (borracha de etileno-propileno-dieno). Também pode ser fabricado em borracha sintética.

### 3.15 FFP

Abreviatura inglesa de Filtering Face Piece (peça facial filtrante); designa a classe de filtro; uma máscara anti poeiras da classe de filtro

**O FFP2** deve ser usado para limpar o depósito de pellets.

### 3.16 conduta de enchimento

Conduta instalada permanentemente para o armazenamento de enchimento, também pode ser utilizada como conduta de ventilação, se necessário.

### 3.17 bocal de enchimento

A totalidade dos bocais de insuflação e **de aspiração** numa sala de armazenamento, possivelmente apenas os **bocais de insuflação**, se não for necessário um extrator (ver **bocais de insuflação e de aspiração**).

### 3.18 sistema de enchimento

A totalidade dos **bicos de enchimento** e das linhas e mangueiras de enchimento permanentemente instaladas.

### 3.19 partículas finas

Lascas, poeiras, fragmentos de pellets que caem através de um peneiro com uma perfuração de 3,15 mm de diâmetro.

### 3.20 densidade bruta

Densidade das partículas. Relação entre a massa e o volume de um pellet, descreve o grau de compressão das aparas de madeira em g / cm<sup>3</sup>.

### 3.21 Folha de PEAD

Película resistente a rasgões, riscos e desgaste. Material adequado com uma superfície de baixa abrasão para tapetes de impacto (inglês: High Density Polyethylene, alemão: Hard Polyethylene).

### 3.22 percurso da mangueira

Trajeto de colocação da mangueira de enchimento, que deve ser o mais curto possível, sem curvas e sem obstáculos. O **trajeto** da mangueira de sucção é diferente do **trajeto da mangueira de enchimento**.

### 3.23 placas de incrustação

Placas para a redução da pressão da porta, escotilha ou abertura de entrada da armazenagem. São utilizadas no interior da armazenagem, em frente da abertura da porta. (ver [fig. 19](#)).

### 3.24 IP

Abreviatura inglesa de International Protection; Grau de proteção do equipamento elétrico; Utilizar pelo menos **IP54** no armazenamento de pellets (protegido contra poeiras em quantidades nocivas; protegido contra salpicos de água).

### 3.25 elevada capacidade de armazenamento

Armazenamento de pellets com uma **capacidade** de, pelo menos, 30 toneladas ou com entregas frequentes.

### 3.26 OSB

Oriented Strand Board (em alemão: placa de partículas alinhadas), que é estruturalmente muito mais adequado do que o aglomerado convencional. Devido à sua superfície rugosa, não é adequado para revestir os **pisos inclinados** do armazém de pellets; por outro lado, é muito adequado para as paredes do armazém.

### 3.27 sistema de descarga pneumática

Remoção por sucção; os pellets são sugados para fora do armazém de pellets por pressão negativa: isto pode ser feito a partir de baixo por **sondas de sucção** ou a partir de cima por uma **cabeça de sucção**.

### 3.28 piso inclinado

Instalação suave inclinada, é utilizada na armazenagem em piso inclinado.

### 3.29 pequena e média armazenagem

Armazenamento de pellets com uma **capacidade** inferior a 30 t.

### 3.30 entrega em pequena escala

Uma entrega de **pellets a granel** a um utilizador final que não exceda 20 toneladas. Excluem-se as entregas de pellets em **big bags** e em **máquinas de venda automática**.

### 3.31 cabeça de aspiração

Dispositivo para extração por aspiração superior.

### 3.32 bocais de aspiração

Bocal ("Storz Type A", DN 100), secção transversal tipicamente de 100 mm, ao qual está ligado o ventilador de aspiração do fornecedor de pellets. Durante o processo de enchimento, o ar é aspirado para fora da sala de armazenagem. As exceções são os silos de tecido com tecido permeável ao ar.

**3.33 sonda de aspiração**

Dispositivo para extração por aspiração inferior

**3.34 distribuidor**

Empresa que comercializa pellets de madeira. Pode também incluir a atividade de armazenamento e/ou a atividade de entrega de pellets.

NOTA: O termo "distribuidor" também abrange o termo "produtor" quando o comércio do produtor inclua a entrega em pequena escala ou o comércio de pellets adquiridos a outras empresas.

**3.35 tampas de ventilação**

Elementos que permitem assegurar uma troca de ar suficiente na sala de armazenamento através de aberturas à prova de chuva e salpicos com um comprimento interno de tubo <2 m ou cálculo individual de acordo com a norma ISO 20023.

## 4. Pellets de madeira - um combustível moderno

### 4.1 Qualidade do combustível

#### 4.1.1 Pellets de madeira

Os pellets são um combustível de madeira moderno e amigo do ambiente. A firmeza dos pellets é conseguida principalmente pela lenhina contida na madeira, por vezes apoiada por uma pequena adição de aglutinantes vegetais, como o amido. Os pellets de madeira podem ser entregues a granel por camião ou em paletes em sacos. Estes produtos ensacados são adequados para fogões a pellets e pequenas caldeiras com uma necessidade anual de até duas toneladas de pellets. Se a procura for maior, devem ser obtidos produtos a granel, que são normalmente entregues num camião-silo e soprados para o armazém de pellets.

#### 4.1.2 Certificação ENplus

Para garantir que os pellets também cumprem os requisitos de utilização, apenas devem ser utilizados pellets com certificação ENplus®. O sistema ENplus® tem requisitos mais rigorosos para a qualidade dos pellets e, ao contrário de outros certificados, abrange toda a cadeia de fornecimento. Tanto o produtor como o fornecedor dos pellets têm de ser certificados para poderem oferecer pellets ENplus® a granel.

Os distribuidores de pellets certificados ENplus® têm de frequentar regularmente cursos de formação, provar que dispõem de **sistemas de descarga** adequados nos seus veículos e gerir as reclamações dos clientes de forma adequada. Para a identificação dos produtos, é-lhe atribuída uma certificação individual e marcas de qualidade com um número de identificação único que deve ser incluído no recibo do cliente - isto assegura a rastreabilidade dos pellets. Em cada enchimento do camião, são recolhidas amostras de reserva que podem ser utilizadas como amostras de referência em caso de reclamação.

Pode encontrar fabricantes e fornecedores de pellets de madeira de alta qualidade, bem como mais informações em <https://enplus-pellets.eu/>.

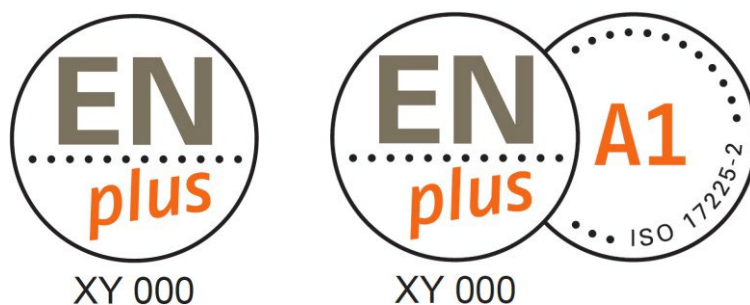
#### 4.1.3 Classes de qualidade

Os pellets de madeira estão disponíveis em várias classes de qualidade normalizadas. Na norma internacional de produtos ISO 17225-2, que está em vigor desde 2014, as propriedades físico-químicas dos pellets de madeira para as três classes de qualidade A1, A2 e B são descritas minuciosamente. Aqui a norma deixa muita margem de manobra, e as classes restringem os seus valores-limite no interesse da proteção do consumidor.

Para fogões a pellets e sistemas de aquecimento a pellets no sector privado e comercial com uma potência nominal até cerca de 100 kW, apenas devem ser utilizados pellets da classe de qualidade ENplus® A1. O ENplus® A1 garante o menor teor de cinzas, a maior durabilidade mecânica e o menor teor de azoto, enxofre e cloro. Para além da norma do produto, o sistema ENplus® define também um valor limite para a temperatura de deformação das cinzas para evitar a formação de escórias na placa do queimador da caldeira ou do forno.

- **Figura 1**

**Selo de certificação ENplus® (esquerda) e selo de qualidade ENplus® A1 (direita)**



Para grandes sistemas de aquecimento comerciais ou industriais, também é adequada a qualidade ENplus® A2, que pode ter um teor de cinzas mais elevado, menor durabilidade mecânica e menor temperatura de deformação das cinzas do que o ENplus® A1. Desde que o fabricante da caldeira o tenha aprovado, o ENplus® A2 pode ser utilizado para caldeiras com mais de 100 kW. Outras classes de qualidade podem ser utilizadas após aprovação do fabricante do aquecimento.

● **Quadro 1**

**Propriedades de combustível dos pellets de madeira**

Classe de qualidade	ENplus® A1	ENplus® A2	ENplus® B	Unidade	Norma de ensaio
Diâmetro (tal como recebido)	$6 \pm 1, 8 \pm 1$	$6 \pm 1, 8 \pm 1$	$6 \pm 1, 8 \pm 1$	mm	ISO 17829
Comprimento (tal como recebido)	$3,15 \leq L \leq 40$ (a)	$3,15 \leq L \leq 40$ (a)	$3,15 \leq L \leq 40$ (a)	mm	ISO 17829
Percentagem de pellets com um comprimento < 10 mm (tal como recebidos) - Categoria L < 20%, $20\% \leq M \leq 30\%$ , S > 30%	valor e categoria a indicar	valor e categoria a indicar	valor e categoria a indicar	w-%	Documento de guia ENplus® (b)
Humidade (tal como recebida)	$\leq 10,0$	$\leq 10,0$	$\leq 10,0$	w-%	ISO 18134
Cinzas (base seca)	$\leq 0,70$	$\leq 1,20$	$\leq 2,00$	w-%	ISO 18122
Durabilidade mecânica (tal como recebida) (c)	$\geq 98,0$	$\geq 97,5$	$\geq 97,5$	w-%	ISO 17831-1
Densidade aparente (tal como recebida)	$600 \leq BD \leq 750$	$600 \leq BD \leq 750$	$600 \leq BD \leq 750$	kg/m <sup>3</sup>	ISO 17828
Densidade das partículas (tal como recebidas)	valor a declarar	valor a declarar	valor a declarar	g/cm <sup>3</sup>	ISO 18847
Finos grosseiros ( $3,15 \text{ mm} \leq FP < 5,6 \text{ mm}$ ) (tal como recebido)	valor a declarar	valor a declarar	valor a declarar	w-%	análise baseada na norma ISO 18846 (d, e, f, g)
Finos (< 3,15 mm) (a granel) (tal como recebidos)	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$	w-%	ISO 18846 (d, f, g)
Finos (< 3,15 mm) (sacos) (tal como recebidos)	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$		w-%	ISO 18846 (e, f, g)
Poder calorífico inferior (tal como recebido)	$\geq 4,6$ (h)	$\geq 4,6$ (h)	$\geq 4,6$ (h)	kWh/kg	ISO 18125
Aditivos (tal como recebidos)	$\leq 2,0$ (i)	$\leq 2,0$ (i)	$\leq 2,0$ (i)	w-%	
Azoto (base seca)	$\leq 0,3$	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$	w-%	ISO 16948
Enxofre (base seca)	$\leq 0,04$	$\leq 0,04$	$\leq 0,04$	w-%	ISO 16994
Cloro (base seca)	$\leq 0,02$	$\leq 0,02$	$\leq 0,03$	w-%	ISO 16994
Arsénio (base seca)	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	mg/kg	ISO 16968
Cádmio (base seca)	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	mg/kg	ISO 16968
Crómio (base seca)	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$	mg/kg	ISO 16968
Cobre (base seca)	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$	mg/kg	ISO 16968
Chumbo (base seca)	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$	mg/kg	ISO 16968
Mercúrio (base seca)	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	mg/kg	ISO 16968

Classe de qualidade	ENplus® A1	ENplus® A2	ENplus® B	Unidade	Norma de ensaio
Níquel (base seca)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	mg/kg	ISO 16968
Zinco (base seca)	≤ 100	≤ 100	≤ 100	mg/kg	ISO 16968
Temperatura de deformação das cinzas	≥ 1200	≥ 1100	≥ 1100	°C	ISO 21404 (j)

- (a) Um máximo de 1% dos pellets pode ter um comprimento superior a 40 mm. Não são permitidas pastilhas com mais de 45 mm de comprimento.
- (b) Devem ser medidos 100 grânulos (após peneiração com um crivo de 5,6 mm) para a massa de distribuição do comprimento, quando apenas 50 são recomendados na norma ISO 17829. Os resultados devem ser expressos tanto pelo valor exato como pela categoria (L, M, S).
- (c) No ponto de carregamento do veículo de transporte no local de produção.
- (d) No portão da empresa ou ao carregar grandes sacos ou camiões para entregas aos utilizadores finais.
- (e) No portão da empresa, aquando do enchimento dos sacos (pellets ensacados).
- (f) A indicação "3,15 mm" e "5,6 mm" designa as partículas que passam através de um peneiro de orifício redondo com uma abertura de malha de 3,15 mm e 5,6 mm, de acordo com a norma ISO 3310-2.
- (g) A ISO 18846 será substituída pela ISO 5370.
- (h) Igual ≥ 16,5 MJ/kg como recebido.
- (i) A quantidade de aditivos na produção é limitada a 1,8 w-%, enquanto a quantidade de aditivos pós-produção (por exemplo, óleos de revestimento) é limitada a 0,2 w-% das pastilhas.
- (j) A cinza é produzida a 815 °C. Todas as temperaturas características enumeradas na norma ISO 21404 devem ser indicadas no relatório.

NOTA: Os resultados são considerados conformes se o valor comunicado pelo laboratório estiver dentro do limite especificado.



#### 4.1.4 Densidade aparente

A **densidade** aparente (também designada por densidade volumétrica) indica a massa de pellets livremente vertido que cabe num volume de um metro cúbico. Depende da distribuição do comprimento, do teor de água e da densidade das partículas dos pellets. A norma ENplus® admite uma variação de 600 a 750 kg/m<sup>3</sup>. Numa sala de armazenamento com um volume útil de 10 m<sup>3</sup>, podem ser sopradas cerca de 6 a 7,5 toneladas de pellets - dependendo da sua **densidade aparente**.

#### 4.1.5 Partículas finas e poeiras

As **partículas finas** são definidas como fragmentos de pellets que caem através de um peneiro com uma perfuração de 3,15 mm de diâmetro. A poeira é criada pela abrasão da superfície, especialmente nas extremidades quebradas dos pellets. As **partículas finas** de material mais grosseiro encontram-se misturadas com os pellets. São partículas muito pequenas, que se depositam lentamente no ar.

As **partículas finas** e as poeiras surgem devido à tensão mecânica exercida sobre os pellets durante o transporte, para a sala de armazenamento na descarga para a caldeira. Quanto menor for a durabilidade mecânica e o comprimento médio, e quanto maior for a tensão mecânica, maior será o número de **partículas finas** e de poeiras.

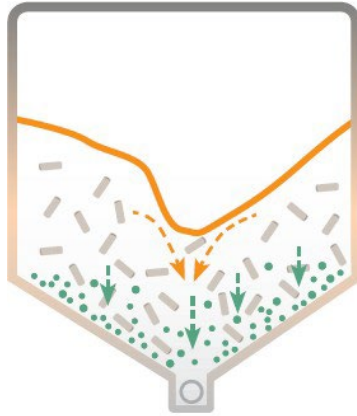
Os pellets da classe ENplus® A1 podem conter, a granel, um máximo de 1% de **partículas finas** quando o camião de distribuição é carregado. Durante o processo de sopro, surgem **partículas finas** adicionais, cuja quantidade aumenta com o comprimento da secção de sopro e o número de curvas na condução de sopro. Os fornecedores certificados ENplus® aceitam reclamações devido a uma quantidade de **partículas finas** superior a quatro por cento na sala de armazenamento sob as seguintes condições:

- a) Conformidade com os requisitos do presente documento;
- b) Secção de insuflação (incluindo **conduta de enchimento**) ≤ 30 m;
- c) Quantidade restante antes do enchimento < 10% da capacidade de armazenamento;
- d) Menos de 20 % da nova entrega removida;
- e) Esvaziamento completo do depósito de pellets de dois em dois anos.

Devido aos processos de segregação aquando da descarga dos pellets (ver Fig. 2), as partículas finas concentram-se na zona inferior do armazém ao longo do tempo. Por conseguinte, deve ser completamente esvaziado pelo menos de dois em dois anos ou de cinco em cinco entregas, consoante o que ocorrer primeiro.

## ● Figura 2

### Decomposição e acumulação de partículas finas na sala de armazenamento



Consequência: Os pellets na zona inferior contêm muitas **partículas finas**, que aumentam com cada entrega quando o armazém não está completamente esvaziado.

#### Acumulação de partículas finas na remoção de pellets

Decomposição no momento da descarga

**Partículas finas** que escorrem

Fluxo central: A área de borda é descarregada em último lugar

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

#### 4.1.6 Odor e emissões

Dependendo do tipo de madeira utilizada, os pellets podem desenvolver o seu próprio odor. A razão para tal reside nas chamadas substâncias de extração - os óleos, gorduras e resinas da própria madeira - que são ativadas durante o processo de prensagem. Nas semanas que se seguem a este processo, as substâncias são lentamente libertadas no ar circundante e decompõem-se em contacto com o oxigénio atmosférico. Em comparação com outros produtos de madeira, os pellets têm uma grande superfície e a sua estrutura celular foi fortemente afetada pelo processo de prensagem. Isto significa que os componentes voláteis são libertados de forma relativamente rápida - especialmente com pellets frescos e temperaturas ambiente elevadas.

As emissões dos pellets de madeira consistem em compostos orgânicos voláteis (COV), monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Os COV incluem, por exemplo, os terpenos, que são responsáveis pelo odor "químico", semelhante ao da terebintina, que ocorre em casos raros. Alguns componentes, como os aldeídos e o monóxido de carbono, são perigosos para a saúde e, por isso, não devem entrar nas áreas habitáveis. Um cheiro forte no interior do edifício indica uma vedação insuficiente da sala de armazenamento e da sala da caldeira.

Para excluir qualquer risco, devem ser respeitados três princípios simples para o armazenamento de pellets:

- Vedação das zonas de habitação e de trabalho;
- Ventilação adequada (ver [5.7](#));
- Entrar apenas em conformidade com as instruções de segurança (ver [9.2](#)).

O odor inerente às pellets e o risco de monóxido de carbono são mais elevados imediatamente após o enchimento da sala de armazenamento, entre outras coisas devido ao aquecimento das pellets quando são sopradas para dentro. Ambos são consideravelmente reduzidos no espaço de duas a três semanas.

## 4.2 Entrega

Os pellets são normalmente entregues em camiões cisterna e soprados para dentro da sala de armazenamento. A entrega com camiões basculantes ou reboques de piso móvel, a partir dos quais os pellets são despejados, só é possível no caso de um **armazém de maiores dimensões** concebido para o efeito.

O camião cisterna possui um compressor que gera o ar de transporte para o processo de sopro. Está equipado com um sistema de pesagem a bordo calibrado, mangueiras revestidas internamente para minimizar o atrito durante o sopro dos pellets e um ventilador de aspiração móvel com saco de pó. Estes componentes dos veículos são controlados por fornecedores certificados ENplus®, assim como a participação regular dos motoristas em cursos de formação sobre a entrega com qualidade. Quando os pellets ENplus® são entregues, o cliente recebe um relatório de entrega que contém todas as informações importantes sobre os pellets, o processo de sopro e o estado da sala de armazenamento.

Ao soprar os pellets, uma parte do ar comprimido é introduzida nas câmaras da caldeira para os empurrar para fora do silo do veículo. A outra parte serve para acelerar ainda mais os pellets (ver [Fig. 3](#)). No caso de distâncias curtas de sopro, faz sentido soprar os pellets com pouco ar de transporte, enquanto que no caso de longas distâncias a quantidade de ar deve ser aumentada. Uma pressão baixa na câmara da caldeira do camião leva normalmente a uma maior velocidade dos pellets na mangueira e, conseqüentemente, a mais **partículas finas**. O condutor seleciona o ajuste adequado para a pressão na câmara da caldeira e a quantidade de ar de transporte, dependendo das condições locais.

Para efetuar o sopro dos pellets em segurança, o operador deve desligar o sistema de aquecimento de acordo com as instruções do fabricante, atempadamente, para que não haja mais brasas na caldeira. Durante o processo de sopragem, o exaustor (ver [Fig. 3](#)) cria uma ligeira pressão negativa na sala de armazenamento, a fim de remover o ar de transporte e o pó que é gerado e soprado através de um saco de filtro. Por este motivo, é necessária uma tomada de 230V com um fusível de 16A. Se o local de armazenamento tiver fugas, a pressão negativa não pode ser criada. O fornecedor de pellets não é responsável por quaisquer danos ou contaminação causados por um armazenamento de pellets com fugas.

Na maioria dos silos de tecido, o ar de transporte não tem de ser extraído de acordo com as instruções de enchimento do fabricante. Neste caso, é necessário garantir que o volume de ar de transporte (até 1.500 m<sup>3</sup>/h) possa chegar ao exterior através de janelas, portas ou outras aberturas externas na sala de instalação.

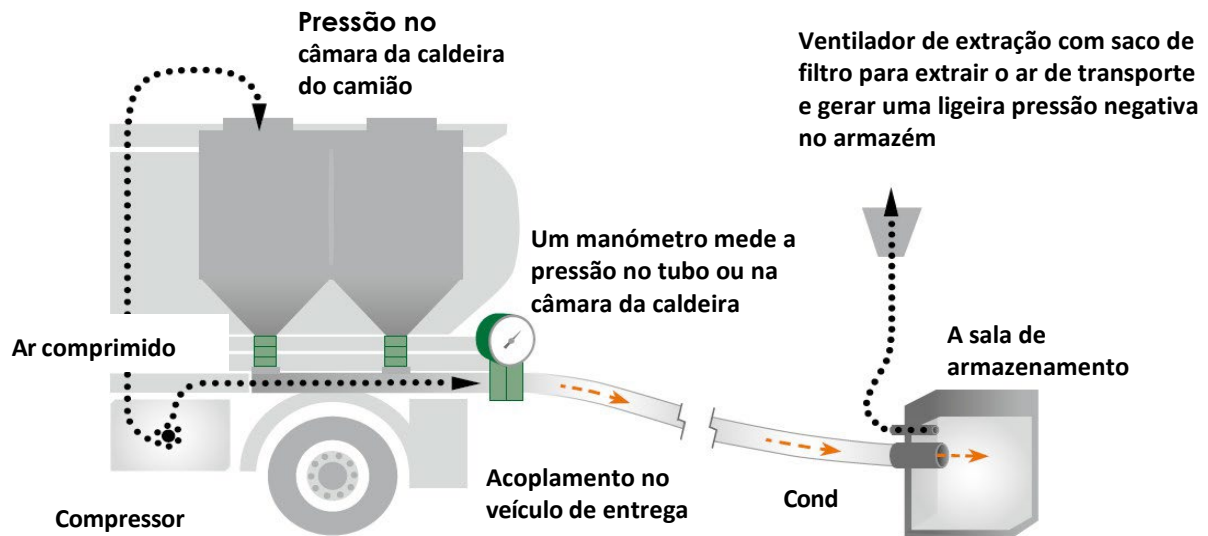
Se a conceção ou as condições da sala de armazenamento revelarem um incumprimento óbvio das presentes diretrizes de armazenamento, o fornecedor de pellets é obrigado a informar o operador e pode rejeitar a entrega. Isto também inclui a consideração da saúde e segurança do pessoal do fornecedor de pellets.

### Caso especial: Pellets ensacados

Os pellets ensacados são inofensivos em termos de odor e emissões, uma vez que foram armazenados durante algum tempo e o saco reduz a libertação de emissões. Só devem ser abertos os sacos que se destinam ao consumo imediato.

● **Figura 3**

**Soprar em pellets de madeira**



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

É aconselhável armazenar os pellets ensacados em paletes numa sala bem ventilada na cave, na garagem ou num barracão, para que fiquem protegidos da humidade e da radiação UV.

● **Figura 4**

**Ventilador de extração com saco de pó**



## 5. Conceção de uma sala de armazenamento de pellets

### 5.1 Tipo de armazenamento

Enquanto nos primeiros tempos do aquecimento a pellets o armazenamento tinha lugar quase exclusivamente em caves adaptadas a armazém, actualmente os armazéns pré-fabricados são cada vez mais utilizados para pequenas quantidades de combustível. Além disso, o armazenamento subterrâneo e os silos para instalação no exterior oferecem soluções sofisticadas para o armazenamento de pellets de madeira fora do edifício.

A sala de armazenamento deve ter o tamanho certo e ser planeada de acordo com o princípio das distâncias curtas (do camião de entrega para a sala de armazenamento, da sala de armazenamento para a caldeira). Os requisitos estáticos, de protecção contra incêndios e de ventilação devem ser tidos em conta. Ao decidir sobre um sistema de armazenamento específico, para além da ligação à caldeira de aquecimento, devem ser tidos em conta os seguintes aspetos:

- a) Um percurso de sopro curto e que poupa qualidade;
- b) Um percurso de transporte curto e de qualidade reduzida entre o armazém e o forno;
- c) Ventilação adequada do armazém;
- d) Separação estanque ao pó das zonas de habitação e de trabalho;
- e) Boa acessibilidade em caso de avarias e para limpeza;
- f) **Capacidade** suficiente.

Recomenda-se a utilização de armazéns pré-fabricados para clientes domésticos. Regra geral, para além do contentor de armazenamento propriamente dito, também contém o **sistema de enchimento e descarga** para a sala de armazenamento. Desta forma, o esforço de planeamento e montagem pode ser significativamente reduzido em comparação com o armazém de fabrico próprio. Além disso, a robustez estrutural, bem como a vedação profissional contra fugas de pó, são asseguradas pelo fabricante do armazém.

As instalações pré-fabricadas de armazenamento de pellets são oferecidas em vários modelos para utilização no interior e no exterior. Para utilização no interior, existem silos de tecido permeáveis ao ar e contentores de plástico ou metal impermeáveis ao ar. No exterior, é utilizado o armazenamento subterrâneo em betão ou plástico e silos em plástico ou metal.

As vantagens dos locais de armazenamento dedicados residem na boa utilização do espaço, na possibilidade de reduzir os custos do trabalho pessoal e na boa acessibilidade dos **bocais de enchimento e de aspiração** nos locais de armazenamento com paredes exteriores.

A construção deve ser sempre planeada e executada por especialistas.

#### ● **Figura 5**

**As empresas especializadas em pellets fornecem conselhos competentes sobre o armazenamento de pellets**



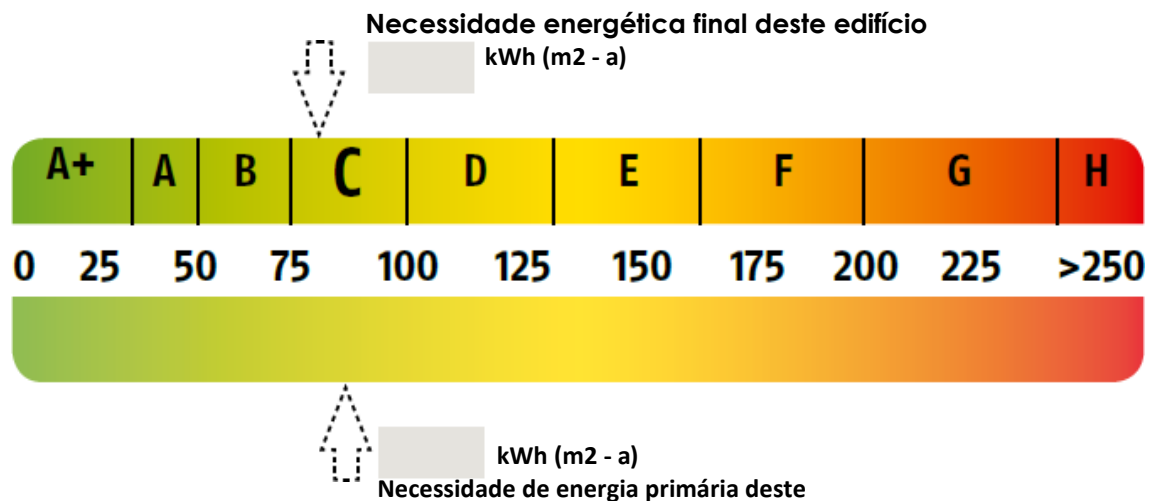
## 5.2 Tamanho

No caso de pequenos sistemas de aquecimento a pellets, a sala de armazenamento deve ser projetada de forma a poder conter pelo menos uma carga anual completa de pellets. Isto reduz o número de entregas.

O tamanho do espaço de armazenamento necessário depende da necessidade de calor do edifício, que pode ser encontrada no certificado energético do edifício. As necessidades específicas de energia final (ver [Fig. 6](#)) para aquecimento, água quente e ventilação aí especificadas devem ser adicionadas e depois multiplicadas pela área habitável.

### ● Figura 6

**Representação do requisito energético no certificado de desempenho energético para edifícios residenciais, que pode ser específico de cada país**



### ● Quadro 2

**Tamanhos de armazenamento recomendados para sistemas de aquecimento a pellets em função das necessidades de calor**

Necessidades anuais de calor	8.000 kWh	15 000 kWh	30 000 kWh	100 000 kWh
Aquecimento existente - consumo de óleo por ano	1.000 l	1.875 l	3.750 l	12.500 l
Procura anual de pellets	2.000 kg	3.750 kg	7.500 kg	25.000 kg
Volume de armazenamento necessário	3.6 m <sup>3</sup>	6.8 m <sup>3</sup>	13.5 m <sup>3</sup>	45 m <sup>3</sup>
Dimensão recomendada para a armazenagem em piso inclinado (2 m de altura da sala)	3 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>	34 m <sup>2</sup>

A procura anual de pellets (peso em kg) corresponde a cerca de um quarto da procura de calor (kWh) (para este cálculo, um valor calorífico assumido de aproximadamente 5 kWh/kg de pellets é multiplicado por uma eficiência de aquecimento anual de 0,8). Para não ter de reabastecer mesmo nos Invernos mais frios, é utilizado um fator de segurança de 1,2. A **capacidade de** um armazém de pellets, em toneladas, é também influenciada pela **densidade aparente** dos pellets (ver [4.1](#)), que se situa normalmente entre 650 e 670 kg/m<sup>3</sup> e pode variar consoante a entrega.

### 5.2.1 Regra de ouro

Volume de armazenagem em m<sup>3</sup> = necessidade anual de pellets em toneladas \* 1,2 (fator de segurança) \* 1,5 (recíproco da **densidade aparente**).

Devido à distância entre o **bocal de insuflação e o** teto e às propriedades de fluxo do aterro de pellets, o volume total de uma sala de armazenamento nunca pode ser utilizado. As instalações de armazenamento de pellets com **pisos inclinados** só podem utilizar cerca de dois terços do seu volume para armazenamento.

Ao converter o aquecimento de óleo para pellets, a necessidade de pellets pode ser estimada a partir do consumo anterior de óleo: Com a mesma eficiência do sistema de aquecimento, o consumo de óleo em litros é multiplicado por um fator de dois para obter a necessidade de pellets em kg. Ao substituir um sistema de aquecimento a óleo ineficiente, o consumo de pellets pode ser até 20 % inferior. Para o aquecimento a gás aplica-se o mesmo fator que para o óleo. O quadro II mostra a relação entre a procura de calor e o consumo de combustível. Nestes exemplos de projeto, assume-se um grau de utilização de 0,8.

## 5.3 Localização, acessibilidade e sistema de enchimento

A sala de armazenamento deve ser selecionada de acordo com o princípio das distâncias curtas (ver [Fig. 7](#)). Tanto o percurso do camião de distribuição para o armazém de pellets como o percurso de distribuição do armazém de pellets para a caldeira devem ser tão curtos (e retos) quanto possível. Desta forma, a formação de poeiras e **partículas finas** é reduzida. **Os bocais de sopro e de aspiração** devem dispor de um espaço de montagem suficiente e devem ser acessíveis sem perigo.

Além disso, deve existir ventilação suficiente para o armazenamento e deve ser fácil o acesso ao local de armazenamento (para limpeza e inspeção antes do enchimento). Devem ser respeitadas as disposições da norma ISO 20023 para o armazenamento de pellets de madeira pelo consumidor, bem como os requisitos de proteção contra incêndios do respetivo regulamento nacional.

A acessibilidade à sala de armazenamento deve ser planeada tendo em conta as seguintes considerações:

### 5.3.1 Espaço de estacionamento para o camião de entregas

- Espaço de estacionamento adequado para o camião de entregas: **Capacidade** para um peso por eixo de até 10 t, o mais nivelado possível, sem plantas a meia altura em frente ao escape (o motor funciona quando sopra para dentro!), sem obstrução ao tráfego de passagem;
- Acesso adequado: Largura do caminho de, pelo menos, 3 m, altura da passagem de 4 m, ter em atenção o peso e o raio de viragem;
- Trajet**o curto da **mangueira**, o mais reto possível, max. 30 m de comprimento até à porta de insuflação na sala de armazenamento (**caminho da mangueira** incluindo a **conduta de enchimento** permanentemente instalada);

A soproagem de 6 toneladas de pellets demora aproximadamente 20 minutos sem contar com a montagem e desmontagem. Durante este tempo, tanto o motor do camião como o compressor estão em funcionamento - por isso, devem ser consideradas medidas de proteção contra o ruído;

- Acesso curto ao bocal de aspiração e à ligação de alimentação (230v, 16A) para garantir que as



mangueiras de um ventilador de extração não excedem os 6 m, a fim de assegurar a eficiência da extração de ar.



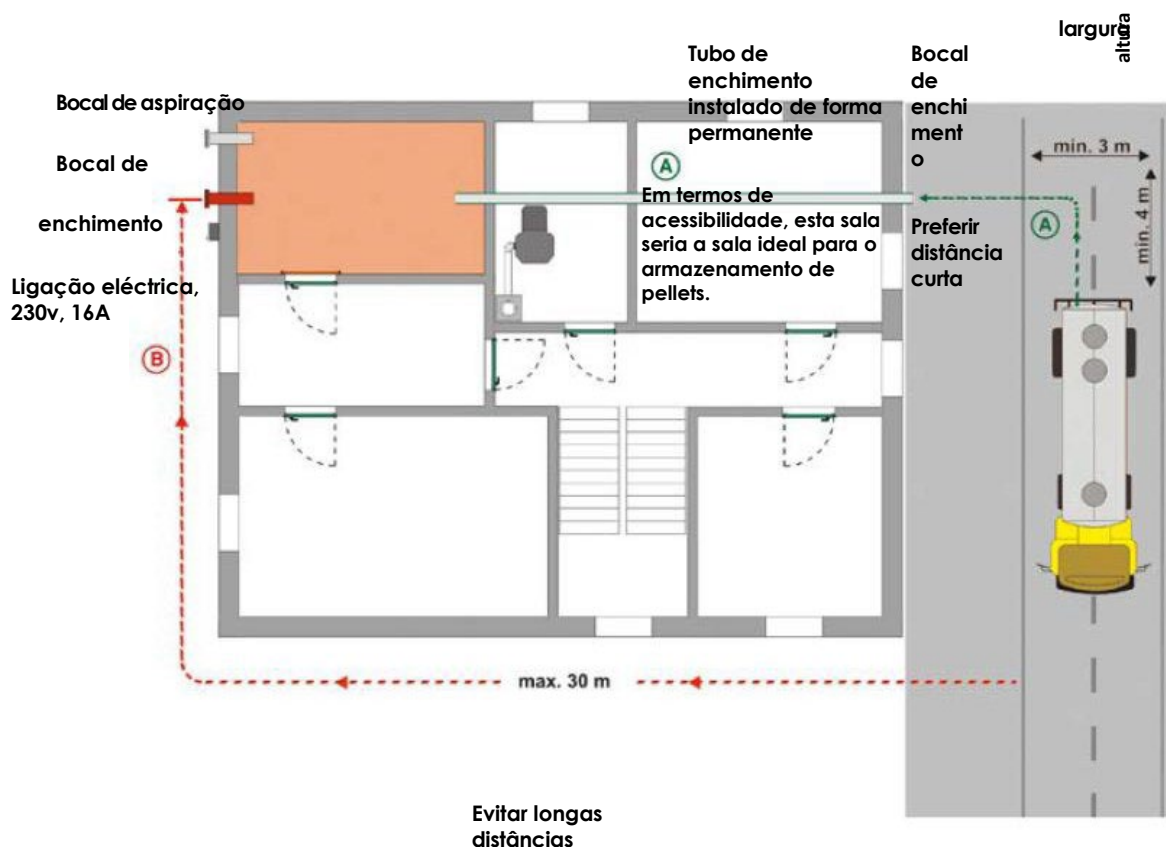
### 5.3.2 Sistema de enchimento

A função do **sistema de enchimento** é permitir que os pellets sejam transportados do **bocal de insuflação** para a sala de armazenamento de uma forma que não prejudique a qualidade. Os bocais do **sistema de enchimento** (tipo de acoplamento "Storz Typ A", DN 100) devem ser instalados preferencialmente no exterior através de **condutas de enchimento** instaladas de forma fixa. O número de **bocais de insuflação** depende da largura e da profundidade do armazém de pellets. Além disso, deve ser prevista uma conduta de aspiração separada, tão curta quanto possível, com um conector Storz-A, para assegurar a pressão negativa durante o processo de sopro. O sopro através da conduta de sucção deve ser evitado, uma vez que pode surgir sobrepressão na sala de armazenamento se os pellets estiverem à sua frente.

O ponto [8.2](#) contém recomendações pormenorizadas para a aplicação do **sistema de enchimento**.

#### ● Figura 7

**Localização e acessibilidade da sala de armazenamento para enchimento de pellets com preservação da qualidade (vista superior)**



- O caminho de sopro é mantido curto e reto através de um tubo de enchimento instalado permanentemente. O **bocal de aspiração** e a fonte de alimentação do ventilador de extração devem estar sempre localizados diretamente na parede exterior do armazém de pellets;
- Um longo **percurso da mangueira** com mudanças de direção aumenta o teor de **partículas finas** durante o enchimento e deve ser evitado.

### 5.3.3 Acessibilidade do sistema de enchimento

- a) Não existem obstáculos (vedações, canteiros de flores) no caminho da mangueira desde o espaço de estacionamento do camião de entrega até ao **bocal de enchimento**;
- b) **As bocas de insuflação e de aspiração** marcadas conduzem ao exterior. Utilizar **condutas de enchimento** instaladas permanentemente para contentores de armazenagem pré-fabricados
- c) Ligação elétrica com fusível individual (230V, 16A) perto do **bocal de aspiração** para o camião de distribuição e ventilador de extração;
- d) Não mais de 6 m de **percurso da mangueira** desde o **bocal de aspiração** até à localização do ventilador;
- e) **Bocal de enchimento** colocado a uma altura máxima de 2 m. Alternativa: acesso seguro através de plataforma ou rampa;
- f) **O bocal de enchimento** situado num poço de luz deve apontar 45° para cima. A distância entre o bocal e o nível do solo não deve exceder 25 cm;
- g) Prever um espaço de trabalho de, pelo menos, 50 cm à volta do **bocal de enchimento** interno.

### 5.3.4 Acesso ao armazenamento de pellets

- a) Permitir o acesso para manutenção e limpeza, tanto em vazio como parcialmente cheio;
- b) Porta de acesso com 200 cm x 80 cm ou portinhola de acesso com pelo menos 80 cm x 80 cm;
- c) Colocar esta abertura (b) o mais afastada possível da conduta de insuflação (mas não oposta à conduta de insuflação) e da conduta de ventilação, para uma ventilação cruzada ao entrar na sala de armazenagem. Ventilação da antecâmara de armazenagem;
- d) Porta de acesso e abertura de entrada que abre para fora, classe de proteção contra incêndios T30, vedação contra poeiras e fugas de ar ambiente, alívio de pressão no interior do caixilho da porta com **placas de madeira embutidas**;
- e) Uma ou mais pequenas janelas de visualização em plástico transparente para controlo visual do nível de enchimento e verificação da armazenagem nos **painéis embutidos** atrás da porta (ver [5.5](#));
- f) Se os requisitos de acessibilidade e ventilação no interior do edifício não puderem ser cumpridos, deve ser considerada a possibilidade de armazenagem externo (silo, tanque subterrâneo).

## 5.4 Sistema de descarga e de transporte

### 5.4.1 Tipos de sistemas

O equipamento técnico que recolhe os pellets na sala de armazenagem e os transporta para a caldeira é designado por **sistema de descarga e de transporte**. Este deve transportar os pellets com o mínimo de perturbação e o mais suavemente possível e ser facilmente acessível para que uma avaria possa ser reparada mesmo quando a sala de armazenagem está cheia. Os sistemas de descarga e de transporte podem ser divididos em transportadores **helicoidais de** funcionamento mecânico e transportadores pneumáticos de aspiração ([Quadro 3](#)). A escolha do **sistema de descarga** depende do tipo de armazenagem de pellets e da localização da caldeira. Os sistemas mais utilizados são:

- a) Sistemas puramente mecânicos com um **transportador de parafuso** e pisos inclinados ou **agitador** para apoiar a remoção;
- b) Sistemas puramente pneumáticos com um circuito de ar fechado que recolhe os pellets, quer por cima com uma **cabeça de aspiração** móvel, quer por baixo através de **sondas de aspiração** fixas e de **pisos inclinados**;
- c) Sistemas combinados pneumático-mecânicos, nos quais a descarga mecânica é combinada

com o transporte de aspiração para a caldeira.

### ● Quadro 3

#### Sistemas de descarga e de transporte para pequenos e médios armazéns

Descarga de pellets	Sistema de transporte	Utilização / Propriedades
Parafuso	Parafuso	Para armazéns de piso inclinado e silos de calha com o lado de descarga a uma distância curta e direta da caldeira. Funcionamento robusto e de baixo ruído com desacoplamento acústico.
	Pneumático	Para armazéns de piso inclinado e silos de calha. Comprimentos de transporte até 25 m e alturas de transporte até 5 m.
<b>Agitador</b>	Parafuso pneumático e/ou rígido	Para armazém e silos de fundo plano. Boa utilização do espaço e conceção flexível da guia do parafuso.
Aspiração por cima	Pneumático	Para armazenamento plano, armazenamento subterrâneo e silos de fundo plano Boa utilização do espaço
<b>Sondas de aspiração</b> no chão	Pneumático	Para armazéns de piso inclinado e silos pré-fabricados. Sem <b>piso inclinado</b> : quantidade residual inutilizável e acumulação de <b>partículas finas</b> entre as <b>cabeças de aspiração</b> .

No caso de sistemas de transporte pneumático, pode fazer sentido separar as poeiras através de um dispositivo de vácuo no tubo de retorno do ar, de modo a não prejudicar a fluidez dos pellets na sala de armazenamento. As mangueiras de aspiração são peças de desgaste e devem ser colocadas de forma a estarem acessíveis para uma eventual substituição. A abrasão (desgaste) ocorre na mangueira de transporte, especialmente nas curvas. Devem ser evitados sistemas com **sondas de aspiração** no chão de uma instalação de armazenamento plana, uma vez que um número residual inutilizável de pellets com um elevado teor de partículas finas permanece entre as sondas e aumenta a suscetibilidade de falha.

#### 5.4.2 Contra-chama e refluxo de gases

O sistema de descarga e de transporte liga o armazém de pellets à caldeira de aquecimento. É necessário garantir que as brasas ou os gases de fumo da caldeira não possam entrar no armazém através do **sistema de transporte**. Para o efeito, o sistema de aquecimento deve estar equipado com sistemas de segurança, tais como câmaras de ar rotativas e registos corta-fogo, que devem suportar uma pressão negativa de 20 Pa, em conformidade com a norma ISO 20023. Esta proteção é suficiente se, quando o local de armazenamento estiver cheio, for assegurada uma combustão completa através da desativação atempada do aquecimento (de acordo com o ponto 4.2). É de notar que as câmaras de ar rotativas estão sujeitas a desgaste e que os registos corta-fogo só podem cumprir as suas funções se a função de fecho não for prejudicada. Os dispositivos de segurança devem ser objeto de manutenção regular e de verificação do seu funcionamento. Se for possível encher o local de armazenamento com a ajuda de um ventilador de extração enquanto o aquecimento estiver a funcionar, os dispositivos de proteção devem suportar uma pressão negativa de 300 Pa. Em alternativa, deve ser prevista uma abertura de, pelo menos, 2.000 cm<sup>2</sup> no armazém de pellets para a equalização da pressão.

#### 5.5 Controlo do nível de enchimento

A possibilidade de obter informações sobre o nível de enchimento no depósito de pellets, sem ter de o introduzir, é útil por razões de segurança, bem como para uma operação de aquecimento conveniente.

No caso de uma arrecadação construída individualmente, a opção mais fácil é instalar várias pequenas janelas ou vigias de vidro de segurança ou de plástico (Plexiglas) nos painéis para aliviar a pressão sobre a porta (ver Fig. 19). O plexiglas está carregado electrostaticamente e,

por conseguinte, atrai o pó. As janelas de observação não são, por conseguinte, adequadas para avaliar o teor de poeiras no local de armazenagem.

Outros sistemas de controlo do nível de enchimento são soluções técnicas mais complexas que aumentam o conforto e a segurança ou que permitem um controlo automatizado do sistema. É feita uma distinção entre quatro funções:

- a) Detecção e comunicação de um nível mínimo especificado, a fim de efetuar uma encomenda atempada;
- b) Monitorização contínua do nível em grandes armazéns (por exemplo, para habitação, comércio, indústria);
- c) Determinação do stock de pellets para faturação do aquecimento (por exemplo, em edifícios de apartamentos);
- d) Limitação do nível de enchimento aquando do enchimento do depósito para evitar o enchimento excessivo. Desta forma, garante-se que as condutas permanecem livres de pellets e que a função da tampa de ventilação não é obstruída.

Dependendo dos requisitos e do tipo de armazenamento de pellets, podem ser utilizados diferentes métodos de medição para a monitorização do nível. Sensores de pressão ou sensores capacitivos são frequentemente utilizados para detetar o nível mínimo de enchimento, bem como para o limitar. A monitorização contínua do nível e a determinação do stock podem ser realizadas por células de carga ou sistemas ultra-sónicos.

## 5.6 Requisitos estruturais

O armazém de pellets tem de ser concebido de forma a poder suportar a pressão do peso dos pellets no chão e nas paredes, bem como as condições de sobrepressão e subpressão em todas as superfícies envolventes que surgem durante o processo de sopro. O cálculo dos requisitos estáticos individuais para um armazém de pellets de maiores dimensões e a verificação da sua estabilidade é uma tarefa para especialistas qualificados. Para armazéns mais pequenos, com uma altura interior máxima de 2,5 m, pode ser dispensado um cálculo estrutural se os materiais e as espessuras de parede descritos em [6.1](#) são utilizados. Neste caso, a única coisa a verificar é se o chão da sala de instalação pode suportar a carga de peso. Como em qualquer pilha ou aterro, o peso dos pellets não só atua verticalmente para baixo (em direção ao chão), mas também, devido à fricção interna, atua na direção horizontal contra as paredes laterais. A pressão sobre as paredes laterais aumenta em direção ao chão.

### ● Quadro 4

#### Valores característicos para o cálculo de cargas em paredes e pavimentos

Imóveis	Valor	Observação
Densidade aparente	750 kg/m <sup>3</sup>	Valor de acordo com a norma ISO 20023
Ângulo de fricção interna	35°	Valor típico
Pico de sobrepressão	0,03 bar	Valor de acordo com a norma ISO 20023

Para poder calcular a carga de pressão nas paredes e no chão, o peso máximo a granel dos pellets, a altura máxima de enchimento e o ângulo de fricção interna devem ser considerados no planeamento (ver [Tabela 4](#)). Além disso, deve ser tida em conta uma sobrepressão máxima de 0,03 bar (300 kg/cm<sup>2</sup>) para o processo de sopro. A sala de armazenagem deve também ser resistente à pressão negativa que ocorre durante este processo (exceção: silos feitos de tecido permeável ao ar).

## 5.7 Ventilação

No armazenamento de pellets, as emissões dos pellets ou o refluxo do sistema de combustão podem levar a uma concentração nociva de monóxido de carbono (CO). Para o evitar, é necessário prever uma ventilação adequada. A entrada no armazém só pode ser efetuada em conformidade com as instruções de segurança descritas no ponto [9.2](#).

A ventilação dos locais de armazenagem e dos contentores herméticos pode ser natural ou mecânica. A ventilação natural só é permitida se a força motriz do fluxo de ar for suficientemente grande para superar a resistência do fluxo das condutas. Por isso, a VDI 3464 e a ISO 20023 estabelecem requisitos para os comprimentos máximos permitidos das condutas, os diâmetros dos tubos e a secção transversal livre da ventilação. Para **armazéns pequenos e médios** com **condutas de enchimento** curtas ( $\leq 2$  m), a ventilação da tampa através do **sistema de enchimento** é uma solução segura e também a mais económica.

## ● Quadro 5

**Requisitos de proteção contra incêndios para salas de armazenamento de combustível e salas de caldeiras / salas de instalação da lareira de acordo com os regulamentos nacionais aplicáveis.**

<b>Armazenamento de combustível fora das câmaras de armazenamento de combustível <math>\leq 6,5</math> toneladas de pellets</b>	<b>Armazenamento de combustível em câmaras de armazenamento de combustível <math>&gt; 6,5</math> toneladas de pellets</b>
Não há requisitos para paredes, tetos e portas. Não é permitido nas escadas e corredores necessários, nem nos espaços entre estes e a saída para o exterior.	F90 Paredes e tetos, desde que não confinem com a sala da caldeira. Portas de fecho automático, que abrem para o exterior e da classe T30, desde que não abram para o ar livre ou para a sala das caldeiras. Parede divisória da sala da caldeira sem requisitos.
<b>Sala de instalação do forno (<math>\leq 50</math> kW)</b>	<b>Sala de aquecimento (<math>&gt; 50</math> kW)</b>
Não há requisitos para paredes e tetos. Portas isoladas e com fecho automático. Não há mais aberturas para outras divisões.	F90 Paredes e tetos. Portas de fecho automático, que abrem para o exterior e da classe T30, desde que não abram para o ar livre ou para o depósito de combustível. Parede divisória para armazenamento de combustível sem requisitos.

Se não for possível obter uma ventilação natural através de condutas de ventilação com diferenças de altura, deve ser prevista uma ventilação mecânica com um ventilador de aspiração numa conduta de ventilação. O ventilador pode funcionar de forma intermitente e regulada, garantindo assim uma troca de ar suficiente. Para este efeito, deve ser prevista uma conduta de alimentação de ar com as dimensões correspondentes, para evitar que os gases de fumo ou as brasas sejam aspirados da caldeira! Em alternativa, a função do ventilador pode ser associada à abertura da porta.

Os requisitos e recomendações pormenorizados para a implementação da ventilação da sala de instalação de um silo de tecido permeável ao ar podem ser encontrados em [6.2](#), e para salas de armazenamento e contentores de armazenamento herméticos em [8](#).

## 5.8 Proteção contra incêndios e explosões

### 5.8.1 Proteção contra incêndios

Os requisitos de proteção contra incêndios para o armazenamento de pellets de madeira são definidos nos regulamentos nacionais de cada país e, por conseguinte, podem diferir consoante o país.

A parede divisória entre a sala de armazenagem de combustível e a sala de instalação do

aquecimento ou da caldeira não necessita de proteção contra incêndios se ambas forem concebidas como um compartimento comum contra incêndios. Nestes casos, não é necessário um isolamento do **sistema de descarga** aprovado pela entidade competente.

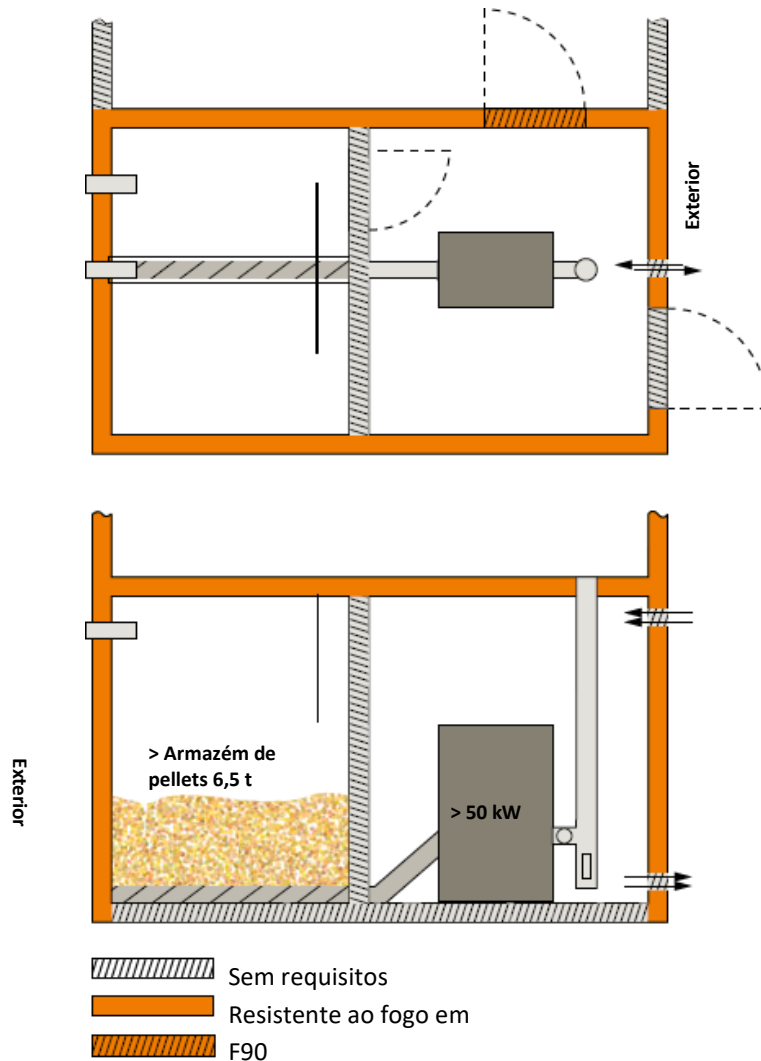
Se a sala de aquecimento e a sala de armazenagem de combustível estiverem situadas em compartimentos corta-fogo diferentes, as condutas de parede do **sistema transportador** devem ter barreiras corta-fogo aprovadas pelas autoridades do edifício e colares corta-fogo para tubos de plástico.

No caso dos **transportadores helicoidais** em aço, o material (lã mineral) das barreiras corta-fogo deve sobressair em 30 cm ambos os lados da parede, dada a falta de soluções aprovadas pelas autoridades competentes.

● **Figura 8**

**Requisitos de proteção contra incêndios para a sala da caldeira e o armazenamento de pellets num compartimento comum contra incêndios (vista superior e secção)**

**5.8.2 Proteção contra explosões**



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Os armazéns de pellets com uma **capacidade** até 100 toneladas não necessitam de um documento de proteção contra explosões e também não necessitam de proteção contra explosões estruturais. Só existe uma situação de perigo quando o armazém está a ser enchido se, em casos excepcionais, puder surgir uma atmosfera explosiva de pó devido ao desenvolvimento de poeiras. Para eliminar este risco, são necessárias as seguintes medidas:

- Utilização de pellets certificados para manter baixa a quantidade de **partículas finas** e poeiras;
- Esvaziamento e limpeza regulares do local de armazenagem (ver [9.4](#));
- Ligação à terra profissional dos **sistemas** de enchimento e de **descarga**;



- d) Iluminação e acionamentos para o **sistema de descarga** dentro da sala de armazenamento, com aprovação para a zona **ATEX 22**, sem tensão durante o processo de enchimento;
- e) Ausência de tomadas e de cabos elétricos expostos na arrecadação.

## 5.9 Humidade e condensação

Os pellets são higroscópicos. Isto significa que absorvem água quando estão perto de paredes húmidas, o que faz com que inchem e se tornem inutilizáveis. Os pellets húmidos podem também bloquear o **sistema de transporte**. Por isso, devem ser respeitadas as seguintes indicações:

- a) O armazenamento de pellets deve permanecer seco durante todo o ano. Nos edifícios novos, certifique-se de que o chão e as paredes já estão completamente secos;
- b) A humidade relativa na sala de armazenamento não deve exceder 80% em qualquer altura do ano;
- c) Se houver risco de condensação nas paredes (mesmo que temporariamente), deve utilizar-se preferencialmente um armazém pré-fabricado ou uma proteção profissional contra a humidade.

## 6. Sistemas de armazenamento pré-fabricados

### 6.1 Geral

Os requisitos de qualidade dos pellets e de segurança de armazenamento aumentaram nos últimos anos. Estes são cumpridos de forma fiável por sistemas de armazenamento pré-fabricados. Para o efeito, estes devem ser corretamente montados e operados de acordo com as instruções do fabricante. A responsabilidade por este facto recai sobre o instalador do aquecimento. Ele assume a garantia da unidade funcional, da caldeira, do sistema de extração e do depósito de pellets. De acordo com a norma ISO 20023, ele documenta os componentes utilizados e a sua instalação profissional num [protocolo de entrega](#). Este deve também conter a aprovação do fabricante do armazém para o armazenamento de pellets humedecidos com óleo vegetal quando soprados.

Os contentores de armazenamento pré-fabricados podem ser instalados no interior do edifício, bem como no exterior, em garagens, debaixo de telheiros ou, em alguns casos, livremente, desde que o abastecimento da caldeira a pellets esteja garantido.

As secções seguintes apresentam uma visão geral dos diferentes sistemas de armazenamento e instruções sobre como configurá-los (para o armazenamento subterrâneo, ver [Z](#)).

Os contentores de armazenamento também necessitam de acesso para limpeza do armazenamento e resolução de problemas.

### 6.2 Configurações

#### 6.2.1 Tipos de sistemas de armazenamento

O armazenamento pré-fabricado é oferecido em diferentes materiais e formas. Mais importante ainda, os silos de tecido permeável ao ar devem ser distinguidos dos contentores de armazenamento feitos de tecido impermeável ao ar, plástico, madeira ou metal, uma vez que existem diferentes requisitos para o **sistema de enchimento** e a ventilação da sala de instalação. A maioria dos silos de tecido fabricados com material permeável ao ar não necessita de um **bocal de aspiração**, enquanto os fabricados com material impermeável ao ar necessitam.

Os silos de tecido são constituídos por um material flexível, resistente à rutura e **ao pó**, suspenso numa estrutura metálica ou de madeira. Estão frequentemente equipados com um cone no fundo para descarregar os pellets (silo cónico). Outros modelos comuns são os silos de calha, elásticos e de fundo plano.

**Figura 9a**

**Silo de tecido com cone de aço**



**Figura 9b**

**Silo cónico de concepção modular**



**Figura 9c**

**Silo cónico com estrutura de madeira**



Dependendo do tipo de armazenamento, os pellets são retirados por baixo com **transportadores de parafuso / sondas de aspiração** ou através de um extrator de aspiração móvel a partir de cima, utilizando uma **cabeça de aspiração** (ver [5.4](#)).

O armazenamento pré-fabricado também é oferecido em design modular para quantidades **de armazenamento maiores**. Neste caso, os sistemas de extração dos silos individuais estão ligados uns aos outros, de modo a que a unidade de comutação automática da caldeira possa ser utilizada.

### 6.2.2 Silo cónico

Um silo cónico pode ser feito de tecido, plástico ou metal. O silo afunila para baixo (forma cónica) até ao ponto de extração, que se situa no ponto mais baixo do silo. A extração é efetuada por meio de **sondas de aspiração** ou de um parafuso curto e horizontal que se liga a uma aspiração ou a um **transportador helicoidal**. O parafuso de extração geralmente não necessita de qualquer alívio de pressão. Recomenda-se a possibilidade de bloquear ou separar o ponto de transferência entre o silo e o sistema de extração com uma corredeira.

### 6.2.3 Silo de calha

Os silos de calha são uma variante do silo de tecido, otimizado para espaços estreitos. A extração é feita por um parafuso, que transporta os pellets para um ponto de aspiração ou diretamente para a caldeira de pellets, ou com várias **sondas de aspiração**.

**Figura 10a**

**Silo de calha com extração por parafuso e transferência para uma linha de aspiração**



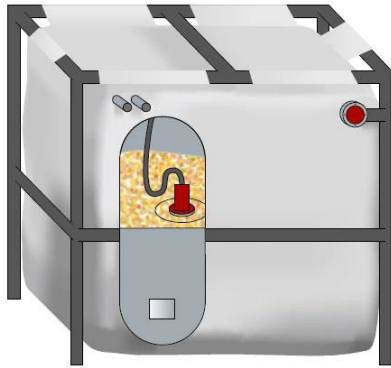
**Figura 10b**

**Silo de calha com vários pontos de aspiração**



### 6.2.4 Silo de fundo plano

Os silos de fundo plano são oferecidos em forma retangular ou redonda. A maioria dos modelos disponíveis tem um contorno quadrado com um comprimento lateral de 2 a 2,5 metros. Para a extração, é utilizada uma **cabeça de sucção** móvel a partir de cima ou a descarga a partir de baixo, que é implementada por um **agitador** com descarga de parafuso ou **sondas de sucção**. O facto de não haver declives na zona inferior permite uma boa utilização do espaço, mas os pellets não podem fluir para os pontos de extração apenas por gravidade. Por conseguinte, os sistemas de fundo plano com extração a partir de baixo, utilizando simples **sondas de aspiração**, não podem ser completamente esvaziados. Fica então um número residual de pellets inutilizável, no qual se acumulam **partículas finas**. Também estão disponíveis silos de fundo plano com um componente de vibração no ponto de extração, que suportam a descarga e oferecem separação de poeiras.

**Figura 11a****Silo de fundo plano com aspiração por cima****Figura 11b****Exemplo de um silo de tecido permeável ao ar com mecanismo de elevação e aspiração a partir de baixo**

- **Figura 12**

**Expansão de um silo de tecido permeável ao ar quando cheio e quando vazio****6.2.5 Silo de tecido com mecanismo de elevação (silo de elevação)**

Os silos de tecido com mecanismo de elevação combinam a boa utilização do espaço de um silo de fundo plano com as características de descarga de um silo de cone. Estão disponíveis com aspiração ou extração por parafuso. Graças ao mecanismo de elevação, a parte inferior do silo desce quando é carregada e, quando é esvaziada gradualmente, volta a subir. Graças a isto, quando o silo está cheio, há pouco espaço entre o fundo do silo e o chão da sala de instalação. Quanto mais vazio estiver o silo, maior será este espaço. O cone ou calha de desenvolvimento suporta a descarga dos pellets e pode diferir, dependendo do fabricante e de um modelo específico. Se um cone ou calha estiver mal construído, o esvaziamento completo pode ser conseguido com o apoio de um componente de vibração.

### 6.3 Instalação:

Os sistemas de armazenamento pré-fabricados são frequentemente instalados na cave. O requisito mais importante é uma superfície estável e horizontal. Caso contrário, os desníveis devem ser corrigidos com um material de suporte adequado (por exemplo, chapas de aço). A **capacidade** de carga do piso deve ser projetada para cargas pontuais ou de área, dependendo do tipo de armazenamento (ver [6.2](#)).

O local de instalação de um silo de tecido não deve ser demasiado húmido. As salas húmidas das caves são adequadas como locais de instalação, desde que o ar possa circular à volta do tecido. O local deve ser bem ventilado para evitar a formação de água de condensação.

Aquando da instalação de um silo de tecido permeável ao ar, deve ser tida em conta a sua expansão ao ser soprado para dentro. Deve ser posicionado de forma a não colidir com objetos como candeeiros ou tubos quando totalmente desdobrado. O tecido na área de impacto do jato de pellets não deve tocar nas paredes ou nos equipamentos, mesmo quando é soprado para dentro.

Os sistemas de armazenamento pré-fabricados requerem espaço de montagem suficiente à volta dos **bocais de enchimento**. Desta forma, pode ser evitada uma curva de ligação estreita entre o **bocal de enchimento** e a linha ou mangueira de insuflação. Os bocais devem ser encaminhados para o exterior através de **condutas de enchimento** fixas. Se tal não for feito, a distância entre o **bocal de enchimento** e as paredes deve ser de, pelo menos, 0,8 m e não deve ser excedido um alcance máximo de 2 m. O **bocal de enchimento** deve ser fixado de forma a permanecer na horizontal, mesmo quando as mangueiras de enchimento estão ligadas. Caso contrário, o jato é dirigido para o tecido na zona superior e destrói-o num curto espaço de tempo.

O material do **sistema de enchimento** - incluindo as **condutas de enchimento** - deve ser condutor e deve ser ligado profissionalmente à terra por um electricista, com um cabo de 4 mm<sup>2</sup>, ao barramento de ligação equipotencial.

Em princípio, os sistemas de armazenamento pré-fabricados também podem ser instalados no exterior do edifício. Para além dos requisitos estruturais no subsolo, as influências climáticas (por exemplo, vento, chuva, carga de neve) devem ser tidas em conta para a instalação exterior acima do solo. Além disso, deve ser assegurada a proteção contra os raios UV e a humidade.

### 6.4 Ventilação

Os requisitos de ventilação para a sala de instalação de sistemas de armazenamento pré-fabricados dependem do facto de o contentor de armazenamento ser permeável ou impermeável ao ar. Para contentores de armazenamento feitos de material hermético, aplicam-se os mesmos requisitos de ventilação que para as salas de armazenamento (ver [8.3](#), [Tabela 7](#)). Por conseguinte, apenas são descritos aqui os requisitos para silos de tecido permeável ao ar.

#### ● Quadro 6

#### Requisitos de ventilação para o espaço de instalação de um silo de tecido permeável ao ar

(de acordo com a norma ISO 20023)

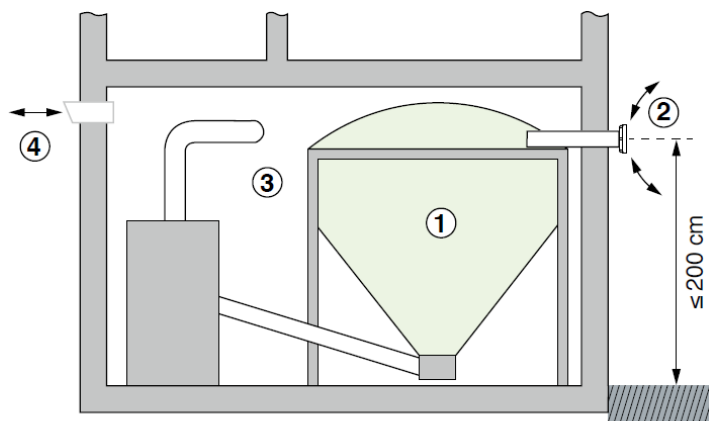
Capacidade	Requisitos para a ventilação do local de instalação
≤ 15 toneladas	Abertura de ventilação para o exterior com uma abertura livre de $\geq 15 \text{ cm}^2/\text{t}$
> 15 toneladas - 100 toneladas	Abertura de ventilação para o exterior com uma abertura livre de $\geq 150 \text{ cm}^2$ e $\geq 8 \text{ cm}^2/\text{t}$ de pellets
Nota para ambos: Um silo de tecido sem ligação de aspiração requer uma abertura temporária de pelo menos $400 \text{ cm}^2$ para que o ar de transporte possa sair quando os pellets são soprados.	

O local de instalação de um silo de tecido permeável ao ar não deve ser utilizado como espaço de habitação ou de trabalho e necessita de uma abertura de ventilação suficientemente grande para o exterior (ver [Quadro 6](#)). Independentemente da **capacidade** do recipiente de armazenamento, a sala de instalação de um silo de tecido, que não é aspirado durante o enchimento, deve ter uma abertura com uma secção transversal clara de pelo menos  $400 \text{ cm}^2$  para que o ar de transporte (até  $1.500 \text{ m}^3/\text{h}$ ) possa sair para o exterior quando os pellets são soprados. Se o silo for colocado no local de instalação da lareira, a abertura para o ar de combustão da lareira também pode ser utilizada para a saída do ar de transporte se tiver uma dimensão mínima de  $400 \text{ cm}^2$  (ver exemplos).

## 6.5 Exemplos

### ● Figura 13

Requisitos de ventilação para o espaço de instalação de um silo de tecido permeável ao ar (de acordo com a norma ISO 20023)

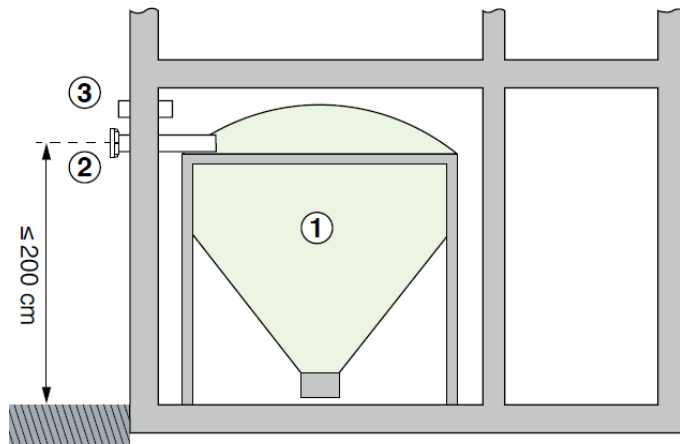


- ① Silo de tecido permeável ao ar
- ② Bocal de injeção com tampa de ventilação Câmara
- ③ de aquecimento
- ④ Abertura de ventilação  $\geq 400 \text{ cm}^2$

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

● **Figura 14**

**Solução de ventilação para silos de tecido permeável ao ar sem bocais de aspiração numa sala de instalação com bocais que conduzem ao exterior**

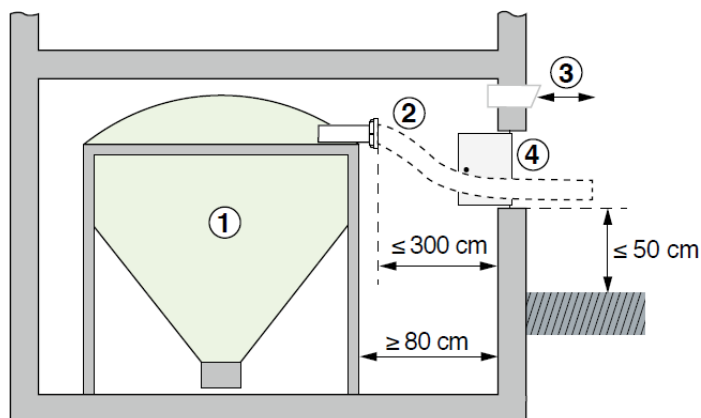


- ① Silo de tecido permeável ao ar
- ② Porta de injeção com tampas de ventilação com tampa de
- ③ ventilação Abertura de ventilação ou porta de sucção

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

● **Figura 15**

**Solução de ventilação para silos de tecido permeável ao ar sem bocais de aspiração com bocais de enchimento na sala da caldeira**



- ① Silo de tecido permeável
- ② ao ar Bocal de injeção
- ③ Abertura de ventilação
- ④ Janela ou porta para colocação da mangueira de enchimento durante a entrega

**Nota:** Nota: Max. 3 m de **mangueira** permitidos na divisão

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

## 7. Armazenamento subterrâneo

O armazenamento enterrado de pellets (armazenamento subterrâneo) deve cumprir requisitos especiais. Devido à sua localização, devem ser absolutamente impermeáveis à humidade e à entrada de água e estar protegidos contra a flutuação das águas subterrâneas. Um armazém subterrâneo está ligado ao sistema de caldeiras através de tubos, nos quais as condutas de aspiração e de retorno de ar do **sistema de transporte** estão protegidas e podem ser substituídas em qualquer altura.

As temperaturas na armazenagem subterrânea quase não se alteram ao longo do ano e são, na sua maioria, inferiores à temperatura ambiente, o que impede uma troca natural de ar. Uma vez que os requisitos de ventilação da norma ISO 20023 não são aplicáveis à armazenagem subterrânea, esta deve ser ventilada mecanicamente antes da entrada. A entrada numa instalação de armazenagem subterrânea só é permitida após a medição do teor de CO e na presença de uma segunda pessoa devidamente instruída (ver também [9.2](#)).

### ● Figura 16

**Armazém subterrâneo em betão com extração por sucção a partir de cima**



### ● Figura 17

**Instalação de armazenamento subterrâneo de plástico com transportador de parafuso vertical**





## 8. Armazéns

### 8.1 Seleção e construção:

A maior parte das caves são utilizadas para o armazenamento de pellets de madeira. No entanto, outros compartimentos, como garagens ou sótãos, também podem servir para armazenar pellets. A seleção ou construção do compartimento deve basear-se nas seguintes considerações:

- a) Dimensão suficiente do quarto (ver [5.2](#));
- b) Percursos curtos de transporte (ver [5.3](#));
- c) Estrutura adequada (ver [5.6](#));
- d) Cumprimento dos requisitos de proteção contra incêndios (ver [5.8](#));
- e) Proteção contra a humidade e a sujidade (ver [5.9](#));
- f) Solução prática de ventilação (de preferência **tampas de ventilação**, ver [8.3](#)).

Na prática, uma planta retangular para a sala de armazenamento provou ser adequada. As paredes de fecho devem ser capazes de satisfazer os requisitos estruturais, sendo montadas de forma profissional e ligadas à alvenaria circundante no teto e no chão. A instalação de janelas de vidro e grandes painéis de plástico não deve ser utilizada. Em vez disso, recomenda-se a monitorização ótica ou baseada em sensores (ver [5.5](#)).

Se possível, a abertura não deve ficar atrás do tapete de impacto, tanto por razões de segurança como para se ter uma boa visão do nível de armazenamento. Quando a linha de ventilação é diferente da linha de enchimento, o acesso à sala de armazenamento deve ser oposto ou estar a uma distância suficiente da boca da linha de ventilação para permitir a ventilação cruzada antes de entrar (ver [Fig. 18](#)).

A dimensão da abertura de acesso à sala de armazenamento deve permitir um acesso fácil, por exemplo para limpeza e para inspeção visual pelo fornecedor antes do enchimento. No caso de um armazenamento de pellets de maiores dimensões, é essencial consultar um especialista em matéria de estrutura e proteção contra incêndios.

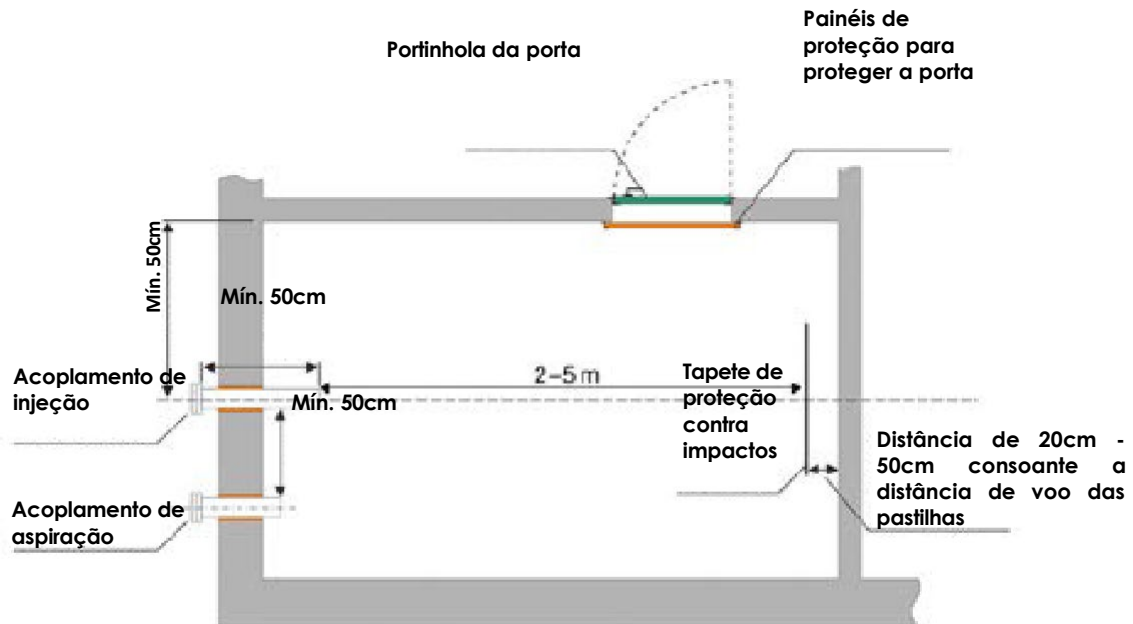
Para salas de armazenamento com uma **capacidade** até 10 toneladas e uma altura de cerca de 2 m, as seguintes espessuras de parede provaram funcionar como estrutura de suporte:

- a) Betão armado: 10 cm;
- b) Estruturas de madeira: Vigas de 12 cm, distância de 62 cm, aplainadas em ambos os lados com painéis de madeira de várias camadas, ligação estrutural ao teto, ao chão e às paredes.

As paredes estruturais já existentes, feitas de tijolos de alvenaria com uma espessura de, pelo menos, 17,5 cm (emparedadas, rebocadas de ambos os lados, com os cantos reforçados e ligadas ao teto) são adequadas. As paredes não estruturais devem ser verificadas individualmente quanto à sua adequação. As paredes de betão celular não são recomendadas sem uma prova estrutural.

## ● Figura 18

Planta de uma sala de armazenamento de pellets (ventilação através do sistema de enchimento)



## 8.2 Ampliação de uma sala de armazenamento de pellets

### 8.2.1 Geral

A expansão da sala de armazenamento inclui uma vedação cuidadosa contra fugas de pó, o revestimento interior, a instalação do **sistema de enchimento e descarga**, possivelmente uma solução de ventilação separada e a instalação de um tapete de impacto, que é absolutamente necessário para o processo suave de sopro das pellets. Não deve haver instalações elétricas, tais como interruptores, luzes, caixas de derivação, etc., na sala de armazenamento. As exceções são os modelos à prova de explosão ou, por exemplo, os sistemas de extração especialmente concebidos para utilização no armazenamento de pellets. As lâmpadas instaladas de forma permanente devem ser geralmente evitadas, uma vez que representam uma fonte de perigo.

### 8.2.2 Isolamento

Para evitar a deterioração das divisões circundantes, os locais de armazenamento e as zonas de armazenamento pré-fabricadas devem ser devidamente isolados das zonas de habitação e de trabalho. As juntas e ligações nos pisos superiores devem também ser incluídas. As linhas de abastecimento ou os poços de ventilação que atravessam o local de armazenamento devem ser evitados. Caso contrário, devem também ser cuidadosamente isolados e protegidos. As aberturas nas paredes para os **sistemas de enchimento e descarga** também devem ser cuidadosamente seladas. No que respeita ao isolamento acústico, as penetrações nas paredes e as fixações de peças móveis devem ser concebidas de modo a evitar a transmissão de ruídos da estrutura para a estrutura durante o enchimento e a remoção dos pellets.

As portas e portinholas devem ser estanques ao pó. Devem abrir para o exterior e ser providas de um isolamento circunferencial. Para evitar que as pellets escorram quando a porta é aberta, devem ser colocadas **placas de revestimento** no interior da moldura da porta (ver [Fig. 19](#)). A altura de cada tábuas não deve exceder 20 cm, para que se possa olhar facilmente para dentro da sala de armazenamento, removendo as tábuas superiores. As fechaduras das portas devem ser fechadas à prova de pó no interior para que a função de fecho não seja afetada pelo pó das pellets. As janelas devem ser aprovadas para esta utilização (vidro de

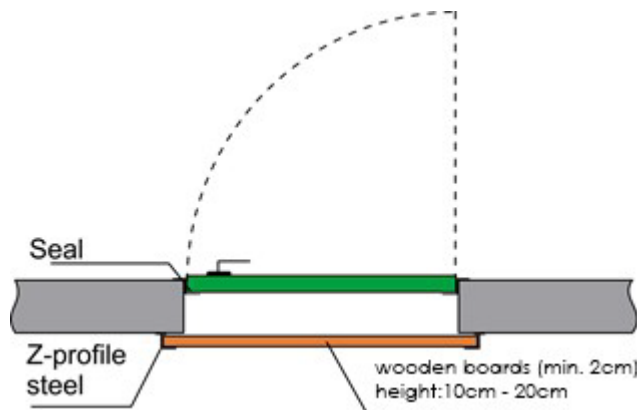
segurança, uma vez que podem ocorrer picos de pressão).

### 8.2.3 Revestimento interior

As superfícies da sala de armazenamento devem ser lisas para evitar a acumulação de pó. Pela mesma razão, as superfícies horizontais também devem ser evitadas. Os tetos e as paredes devem ser concebidos de forma a que as pellets não sejam contaminadas ou danificadas por abrasão ou desprendimento. Os tetos e as paredes devem ser concebidos de forma a que os pellets não sejam contaminados ou danificados por abrasão ou desprendimento.

#### ● Figura 19

#### Alívio de pressão da porta de acesso/travão ou abertura de entrada (vista superior)



As condutas existentes, os tubos de drenagem, etc., que não possam ser removidos com um esforço razoável e que possam atravessar a trajetória dos pellets durante o enchimento, devem ser revestidos de forma a favorecer o fluxo e a garantir que não se partam. Todas as penetrações nas paredes devem ser cuidadosamente isoladas. Se houver risco de humidade nos pavimentos e nas paredes (mesmo que temporariamente), deve ser prevista uma proteção adequada contra a humidade, por exemplo, através de cofragem frontal ventilada à retaguarda.

### 8.2.4 Pisos inclinados

Os **pisos inclinados** conduzem os pellets para a zona de extração. Além disso, permitem esvaziar completamente o armazém. Ao selecionar o material e ao instalar os **pisos inclinados** (ver [Fig. 20](#)), deve ter-se em conta o seguinte:

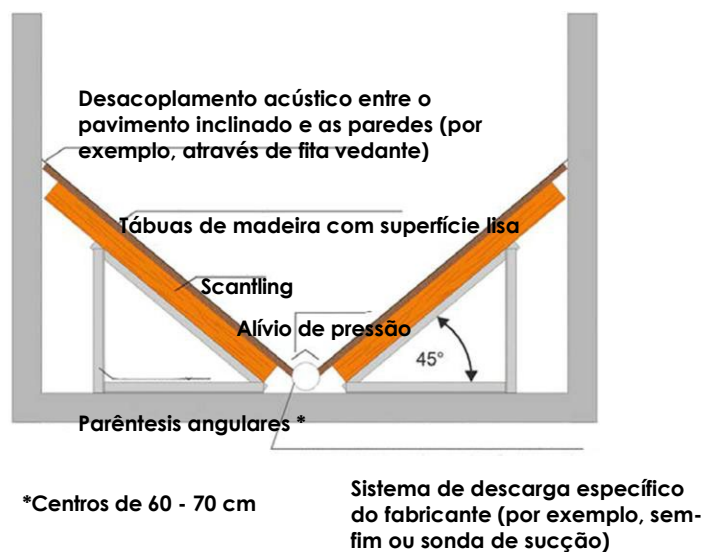
- Para que os pellets deslizem para um melhor esvaziamento, o seu ângulo deve ser de pelo menos 45°. O **pavimento inclinado** deve ter uma superfície lisa. Na prática, os painéis de cofragem de três camadas ou os painéis de contraplacado e as camadas laminadas lisas provaram a sua utilidade. Os painéis simples de aglomerado e **OSB** não são adequados! No caso de superfícies permanentemente de baixo atrito, podem ser suficientes ângulos mais pequenos, pelo menos 35°;
- As arestas, teias e superfícies de contacto horizontais também devem ser evitadas para garantir um melhor deslizamento dos pellets e para evitar a acumulação de pó;
- Para uma melhor distribuição do peso, a combinação de cantoneiras com madeiras quadradas robustas revelou-se vantajosa. A cantoneira ou os suportes devem ser fixados a uma distância de cerca de 60 a 70 cm;
- Para a ligação às paredes circundantes, os **pisos inclinados** devem ser concebidos de forma a que nenhum pellets ou poeira possa penetrar no espaço vazio e que, ao mesmo tempo, seja assegurado o desacoplamento acústico entre o **piso inclinado** e a parede, por exemplo, com fita vedante;
- A ligação ao sistema de extração deve ser efetuada por um especialista e de acordo com as

instruções do fabricante. É importante assegurar que a instalação de extração é despressurizada em relação ao leito de pellets. No caso dos parafusos de extração, as almofadas de borracha ou os amortecedores de vibrações servem de proteção contra o ruído nos pontos de fixação. Os materiais de fixação, como as cavilhas, também devem ser escolhidos num projeto de desacoplamento acústico.

NOTA: Os depósitos de fundo plano com **sondas de aspiração** no fundo não permitem a descarga completa dos pellets e favorecem a acumulação contínua de **partículas finas** à volta das **sondas de aspiração**, o que impede o deslizamento dos pellets. O esvaziamento completo é possível graças a **pisos inclinados** que suportam a descarga.

## ● Figura 20

### Recomendação de aplicação para pisos inclinados



### 8.2.5 Sistema de arquivo

Uma sala de armazenamento de pellets requer pelo menos um **bocal de insuflação** e um **bocal de aspiração**. Este último deve ser instalado a uma distância lateral de, pelo menos, 0,5 m do **bocal de insuflação** e marcado como tal no exterior da tampa e do tubo. Se tal não for possível, é suficiente a máscara da tampa, desde que esta esteja firmemente ligada ao bocal, por exemplo, com uma corrente. Os **bocais de enchimento** ("Storz Typ A", DN 100) devem ser de fácil acesso para o fornecedor e proporcionar liberdade de montagem suficiente para a fixação da mangueira de enchimento e de aspiração. Os **bocais de enchimento** externos acima do nível do solo devem estar a uma altura mínima de 40 cm (proteção contra salpicos) e não mais de 2 m acima do solo. Se estiverem acima deste alcance, deve ser previsto um auxílio seguro para trepar (rampa ou plataforma). Uma única escada não é suficiente (ver 5.3). Por razões de segurança no trabalho, o fornecedor de pellets não está autorizado a encher a sala de armazenamento neste caso! Após o enchimento, os bocais devem ser fechados, de preferência com **tampas de ventilação**.

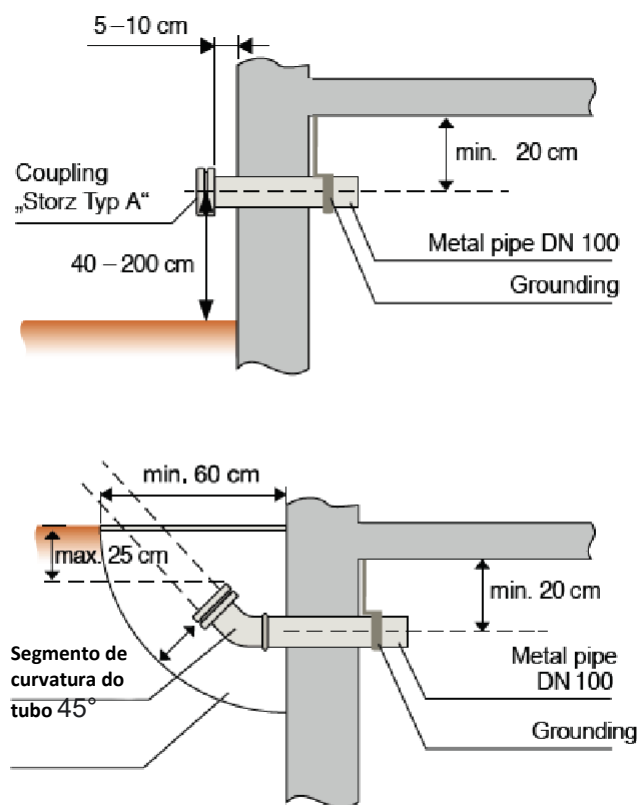
Os **bicos de enchimento** em poços de luz devem ser fornecidos com uma curva de 45° para cima e permitir o enchimento para que a mangueira seja fixada com segurança (ver Fig. 21).

O número ideal de **bicos de insuflação** depende do tamanho e da geometria da sala de armazenamento. Ao serem soprados, os pellets espalham-se por uma vasta área e empurram-se para cima a partir do **bocal de enchimento** em direção ao teto. A partir daí, forma-se um

aterro com uma inclinação de cerca de 30°. Os **bocais de insuflação** e **de aspiração** do lado do armazenamento devem ser instalados numa sala retangular, de preferência montados no lado mais estreito. Se a sala tiver mais de 3,5 m de largura, é aconselhável instalar vários **bocais de insuflação** a uma distância de 1,5 m a 2 m (ver [Fig. 22](#)).

● **Figura 21**

Requisitos para a acessibilidade dos bocais de enchimento ao ar livre e no poço de luz

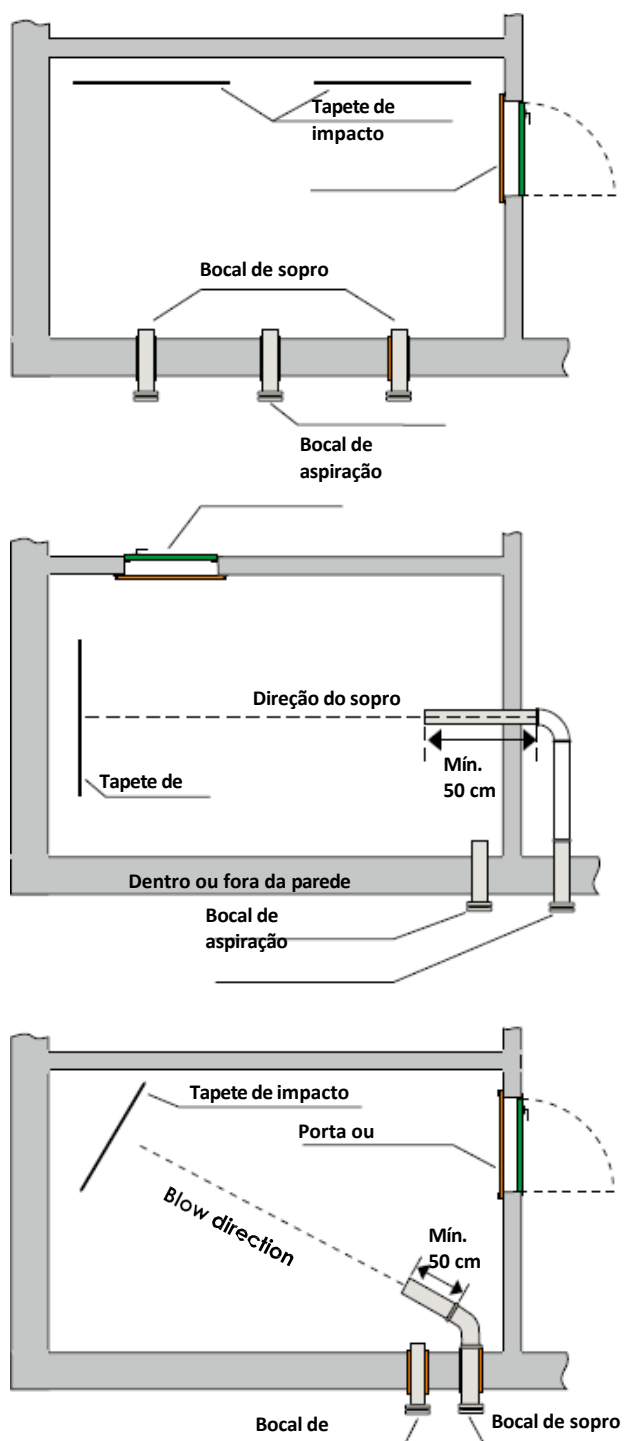


© Deutsches Pelletinstitut GmbH



● **Figura 22**

**Recomendação de aplicação para pisos inclinados**



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

**Os bocais de insuflação devem estar a** uma distância de 15 a 20 cm do teto (medida entre o teto e o bordo superior da **conduta de enchimento**). As condutas de insuflação que sobressaem mais de 30 cm para dentro da divisão devem ser fixadas ao teto com uma braçadeira de tubos, pelo menos a cada 50 cm.

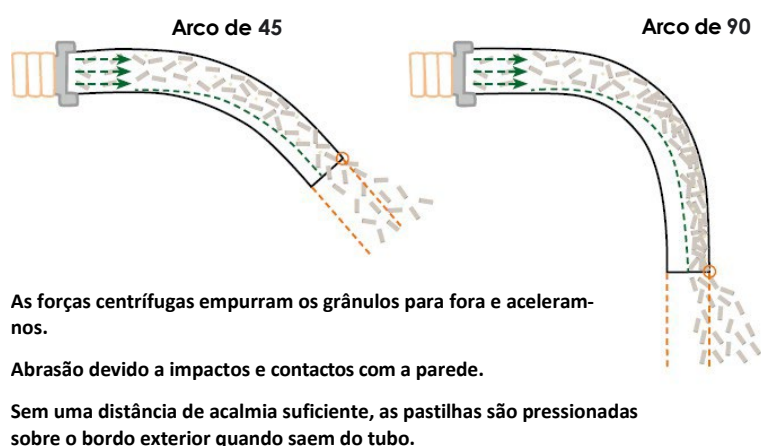
Aquando do posicionamento, os componentes incorporados no local de armazenagem ou a disposição do **sistema de descarga** devem ser tidos em conta.

O material do **sistema de enchimento** (os **bocais** e as condutas de **enchimento**) deve ser condutor e ligado à terra. Os bicos dentro da sala de armazenagem devem estar equipados com uma linha de ligação à terra e profissionalmente ligados à terra com um cabo de 4 mm<sup>2</sup> ao barramento de ligação equipotencial. Todas as condutas e curvas devem ser constituídas por tubos metálicos estanques à pressão (3 bar) com um diâmetro interior de 100 mm e com paredes lisas no interior - incluindo todas as ligações. É importante assegurar que as secções individuais dos tubos estão firmemente ligadas umas às outras, para que não se soltem devido a picos de pressão durante o processo de enchimento.

Para mudanças de direção absolutamente necessárias, apenas devem ser utilizadas curvas com um raio de curvatura de, pelo menos, 30 cm (três vezes o diâmetro da **conduta de enchimento**) e uma secção de acalmia subsequente com, pelo menos, 50 cm de comprimento. Devido às forças centrífugas, os pellets são empurrados para fora nas curvas e podem bater uns nos outros, bem como na parede do tubo - isto cria **partículas finas** e pó (ver [Fig. 23](#)).

### ● **Figura 23**

#### **Percursos de escoamento dos pellets em curvas**



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

#### **8.2.6 Tapete de impacto**

O impacto dos grânulos soprados na parede da sala de armazenagem deve ser abrandado por um ou mais tapetes de impacto resistentes à abrasão e à rutura. Deste modo, a energia cinética será desviada. Os materiais adequados para os tapetes de impacto são a **folha de PEAD**, a **folha de EPDM** ou materiais de borracha resistentes à abrasão com uma espessura de, pelo menos, 2 mm.

Atenção: Os tapetes de impacto feitos de materiais inadequados (alcatifas, plástico macio) podem causar danos consideráveis se fibras ou resíduos de borracha entrarem no **sistema de descarga**!

As dimensões do tapete de impacto são de cerca de 1,2 m × 1,5 m. Deve ser suficientemente grande para acomodar todo o cone de jato. O comprimento deve ser tal que não seja soprado para baixo ou empurrado para longe. Os tapetes de impacto demasiado compridos podem ficar encravados e ser arrancados pelos grânulos. Se existirem vários **bocais de insuflação**, devem ser montados tapetes de impacto adicionais.

O tapete de impacto deve ser fixado transversalmente à direção de sopro, em frente à

parede oposta ao **bocal de sopro**, a uma distância adequada. Com um trajeto de fluxo livre de 5 m para as pastilhas, a distância à parede deve ser de, pelo menos, 20 cm. Com um percurso de fluxo de 2 m, a norma ISO 20023 recomenda uma distância de 50 cm. Os parafusos de fixação, as guarnições e as cantoneiras não devem ficar presos no jato de pellets.

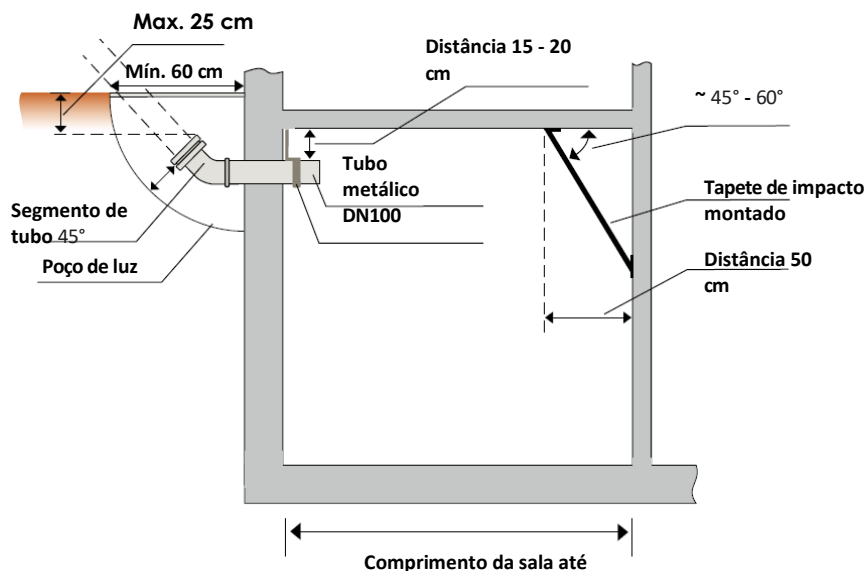
Quando a sala de armazenamento estiver cheia pela primeira vez, deve verificar-se se o tapete de impacto cumpre o seu objetivo.

### 8.2.7 Salas com comprimentos até 2 m

Nos pequenos armazéns de pellets até cerca de 2 m de comprimento, o trajeto do fluxo dos pellets é muito curto, o que significa que estes atingirão o tapete de impacto em linha reta e a grande velocidade. O tapete de impacto deve, por isso, ser colocado sobre uma tábua de madeira do mesmo tamanho (15 mm) e firmemente fixado entre o teto e a parede traseira num ângulo de 45° a 60° (ver Fig. 24) para que os pellets deslizem. Caso contrário, existe o risco de o tapete de impacto ser pressionado em direção ao teto pelo jato de pellets.

#### ● Figura 24

##### Exemplo de espaços de armazenamento curtos



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

### 8.2.8 Comprimentos de sala superiores a 5 m

No caso de salas de armazenamento com mais de 5 m de comprimento, devem ser utilizadas duas **condutas de enchimento** que alcancem distâncias diferentes dentro da sala de armazenamento:

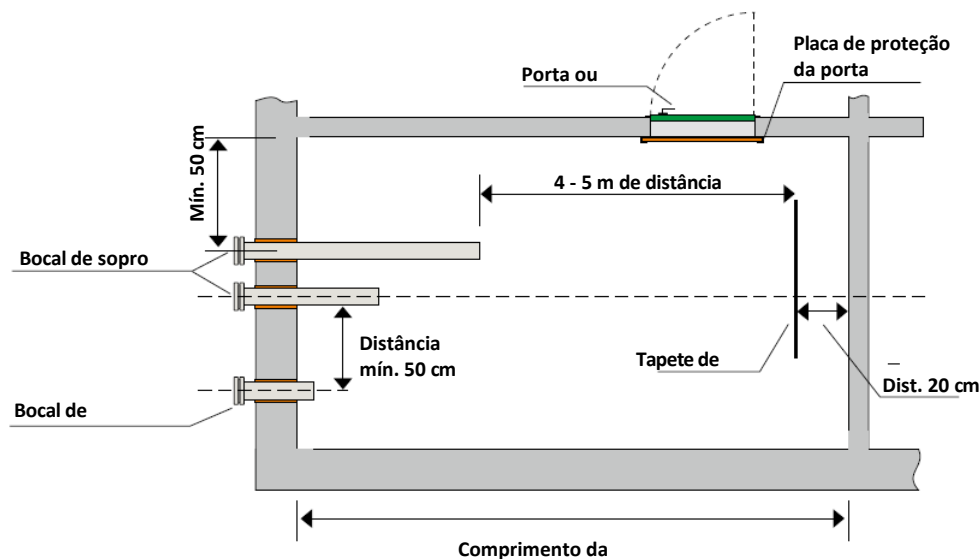
O compartimento de armazenagem é primeiro enchido através da conduta de **enchimento** longa, de trás para a frente, e depois através da **conduta de enchimento** curta. Não é necessário um segundo tapete de impacto na direção longitudinal.

Os **bicos de enchimento** devem ser rotulados em conformidade (longo/curto).

O tapete de impacto deve ser fixado ao teto a uma distância de 20 cm da parede traseira (ver [Fig. 25](#)).

● **Figura 25**

**Exemplo de armazéns compridos**



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

### 8.3 Ventilação

A ventilação das salas de armazenamento e dos contentores de armazenamento herméticos deve ser assegurada pelo movimento natural do ar ou com um ventilador e deve ser efetuada ao ar livre, se possível. Para o armazenamento com uma **capacidade até 15 toneladas** no interior do edifício, recomenda-se também a ventilação na sala de instalação do aquecimento. Para pequenos armazenamentos de pellets, recomenda-se a utilização de **tampas de ventilação no bocal de enchimento**. **As tampas de ventilação** estão disponíveis com diferentes secções transversais de ventilação e devem poder ser fechadas à chave em áreas públicas exteriores.

● **Figura 26**

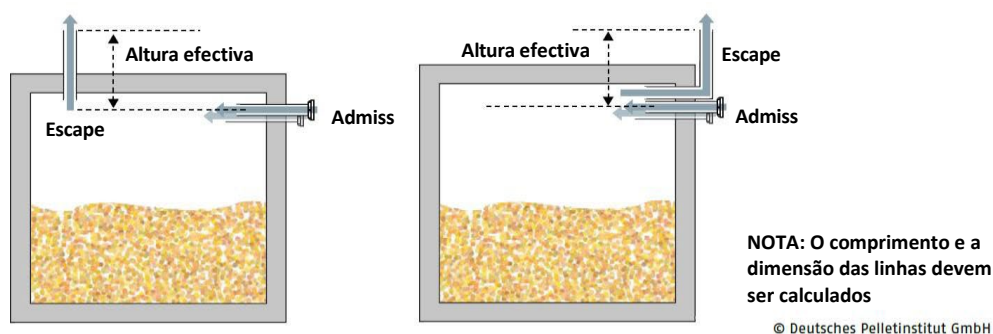
**Diferentes tipos de tampas de ventilação**



A tabela 7 resume os requisitos para a ventilação do armazém de acordo com a norma ISO 20023, consoante a distância a ultrapassar. Se as especificações para os comprimentos de conduta permitidos tiverem de ser respeitadas, é preferível uma solução de ventilação natural à ventilação mecânica com um ventilador. Para condutas de ventilação com mais de 5 m de comprimento, deve ser efetuado um cálculo individual da secção transversal de ventilação necessária, de acordo com o procedimento descrito na norma ISO 20023. Em alternativa, deve ser instalada uma ventilação mecânica.

● **Figura 27**

**Exemplo de ventilação de armazém utilizando a diferença de altura entre o bocal de fornecimento e o bocal de exaustão de ar.**



A norma ISO 20023 também autoriza soluções que considerem a ventilação natural criada pela diferença de altura entre o bocal de exaustão de ar colocado mais alto e o bocal de fornecimento de ar do lado do armazenamento (ver [Fig. 27](#)). A diferença de altura necessária e o diâmetro do cabo necessário devem ser determinados de acordo com esta norma.

● **Quadro 7**

**Requisitos de ventilação para o espaço de instalação de um silo de tecido permeável ao ar (de acordo com a norma ISO 20023)**

Comprimento do tubo interno	Requisitos de ventilação
0 m	Abertura de ventilação com uma abertura livre $\geq 150 \text{ cm}^2$ e uma <b>capacidade</b> $\geq 10 \text{ cm}^2/\text{t}$ .
$\leq 2 \text{ m}$	<b>Tampas de ventilação</b> em, pelo menos, dois bocais com uma área de secção transversal livre de $\geq 4 \text{ cm}^2/\text{t}$ <b>capacidade.</b> Abertura exterior à mesma altura ou até um max. 50 cm mais alta do que a abertura interior. NOTA: O armazenamento com uma <b>capacidade</b> $\leq 15$ toneladas também pode ser ventilado para outra divisão se esta não for utilizada como espaço de habitação ou de trabalho e se tiver uma abertura de ventilação de $\geq 15 \text{ cm}^2 / \text{t}$ para o armazenamento de pellets.
$\leq 5 \text{ m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelo menos um tubo ou conduta para o ar de saída com uma secção transversal <math>\geq 100 \text{ cm}^2</math> e uma <b>capacidade</b> <math>\geq 5 \text{ cm}^2/\text{t}</math>, bem como uma abertura livre exterior <math>\geq 4 \text{ cm}^2/\text{t}</math> à mesma altura ou no máximo. 50 cm mais alta do que a abertura interior.</li> <li>Pelo menos um tubo ou conduta para a entrada de ar, com uma secção transversal <math>\geq 75 \text{ cm}^2</math> e uma <b>capacidade</b> <math>\geq 5 \text{ cm}^2/\text{t}</math>, bem como uma abertura livre exterior <math>\geq 4 \text{ cm}^2/\text{t}</math>, à mesma altura ou inferior à abertura interior.</li> </ul> NOTA: <b>Os bicos de enchimento com tampas de ventilação</b> contribuem para a secção transversal global do ar de entrada.
Todos	O cálculo individual das secções transversais de ventilação necessárias depende da diferença de altura entre o bocal de exaustão de ar externo colocado mais alto e o bocal de fornecimento de ar na sala de armazenamento. NOTA: É necessário efetuar o cálculo de acordo com a norma ISO 20023.
Todos	Ventilação mecânica para o exterior através de um ventilador de tubo à saída de uma conduta ou tubo de exaustão de ar. Taxa de permuta de ar $\geq 3 \times$ volume de armazenamento/hora ao acoplar a função do ventilador com a abertura da porta de arrumação Taxa de troca de ar $\geq 3 \times$ volume de armazenamento/dia com funcionamento contínuo ou intermitente do ventilador e conduta de alimentação de ar adicional com uma secção transversal livre de $\geq 75 \text{ cm}^2$
NOTA: A ventilação de um armazém com uma <b>capacidade</b> $>15$ toneladas é sempre efetuada no exterior. É necessária a impermeabilidade à zona de habitação e de trabalho do edifício.	

Não aplicável à armazenagem subterrânea

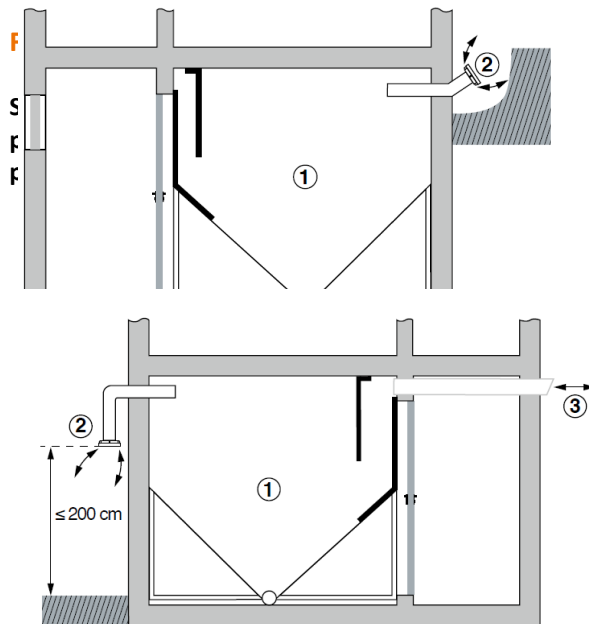
Deve igualmente ser garantido que a diferença de pressão resultante da diferença de altura não afeta o funcionamento da caldeira.

Ao utilizar uma abertura ou conduta de ventilação (também com ventilação mecânica), deve ter-se em conta que o pó pode escapar quando os pellets são soprados. As aberturas e condutas de ventilação não devem ser fechadas e devem ser protegidas contra a entrada de humidade e insetos. Se forem utilizados filtros ou tampas para evitar a saída de poeiras durante o processo de sopragem, estes devem ser novamente retirados após a sopragem dos pellets.

### 8.3.1 Exemplos de design

**Figura 28**

**Solução de ventilação para a sala de armazenamento de pellets com bocal de enchimento num poço de luz**

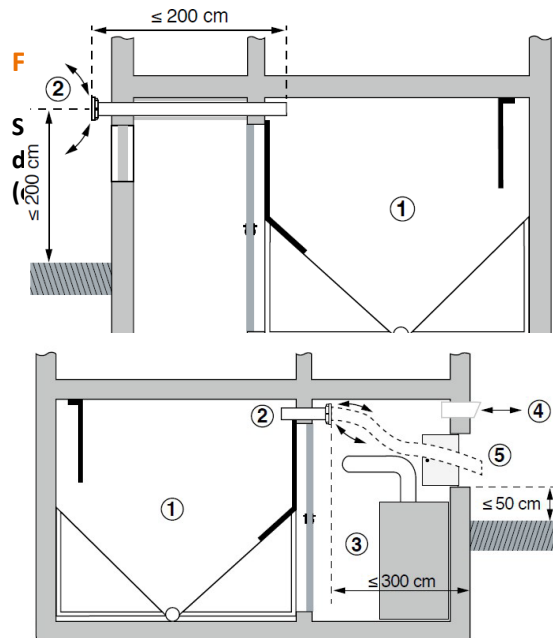


- ① Armazenamento de pellets
- ② Acoplamentos com tampas
- ③ de ventilação Conduta de ar

Nota: Uma vez que a abertura exterior do tubo de enchimento é mais profunda do que a abertura interior, é necessário um tubo de ventilação separado.

**Figura 29**

**Solução de ventilação para sala de armazenamento de pellets com conduta de enchimento  $\leq 2$  m**



- ① Armazenamento de pellets
- ② Acoplamentos com tampas
- ③ de ventilação Sala das caldeiras
- ④ caldeiras
- ⑤ Ventilação da sala das caldeiras

Janela ou porta para colocar a mangueira de transporte para o processo de enchimento

Nota: Ventilação na sala de aquecimento apenas para a capacidade de armazenamento. Max. 3 m de percurso da mangueira no compartimento.

## 9. Funcionamento de um armazém de pellets

### 9.1 Rotulagem

O acesso a uma sala de armazenamento de pellets deve ser fornecido com instruções de segurança, que devem ser seguidas incondicionalmente ao entrar. Estas também são válidas para a sala de montagem de armazéns pré-fabricados. Os autocolantes correspondentes (ver [Fig. 32](#)) podem ser encomendados gratuitamente junto da **Direção Internacional do ENplus®**: [enplus@bioenergyeurope.org](mailto:enplus@bioenergyeurope.org)).

#### ● **Figura 32**

#### Autocolante de segurança para a arrecadação



### 9.2 Entrada na sala de armazenamento

Um armazém de pellets só pode ser utilizado para atividades específicas e apenas em conformidade com as instruções de segurança. Não se destina a ser habitado. As pessoas não autorizadas são geralmente proibidas de entrar na sala de armazenamento.

Antes de entrar numa sala de armazenamento de pellets ou num contentor de armazenamento, o aquecimento, incluindo o **sistema** de transporte e de **descarga**, deve ser desligado atempadamente. Devem ser respeitadas as indicações de tempo do fabricante da caldeira! Regra geral para o aquecimento em habitações unifamiliares e bi-familiares: desligar a caldeira pelo menos uma hora antes de entrar no armazém, para evitar a permanência de brasas na lareira.



Também é importante ventilar o local de armazenamento de pellets antes de entrar. Após 15 minutos de ventilação cruzada através da porta/travão de acesso ou da abertura de acesso, pode normalmente entrar-se num armazém com ventilação natural permanente. Por razões de segurança, deve estar presente outra pessoa, permanecer fora da sala de armazenamento e ter contacto visual ou, pelo menos, vocal com a pessoa que se encontra dentro da sala de armazenamento. Desta forma, qualquer perigo de CO (ver [5.7](#)) pode ser rapidamente detetado.

Durante as primeiras quatro semanas após o enchimento, não é permitido entrar na sala de armazenamento. Se tal for necessário, o teor de CO deve ser medido previamente com um dispositivo móvel de alerta de CO. Recomenda-se que o acesso durante este período só seja permitido a pessoal qualificado, como Distribuidores de pellets ou técnicos de aquecimento.

Se o armazém de pellets tiver uma capacidade superior a 15 toneladas - o que também se aplica a todos os armazéns subterrâneos - só pode ser acedido com um dispositivo de alerta de CO. Neste caso, o avisador de CO deve estar ligado e ser usado no corpo. É permitida uma entrada de curta duração no local de armazenagem, até 30 minutos, com uma concentração máxima de 60 ppm. No caso de uma permanência mais prolongada no local de armazenamento, a concentração de CO deve ser inferior a 30 ppm. Um dispositivo de alerta de CO montado diretamente na sala de armazenamento suja-se demasiado depressa e, por isso, a experiência demonstrou que não funciona de forma fiável devido aos terpenos contidos na madeira, que danificam os sensores de CO.

### 9.3 Entrega de pellets

#### 9.3.1 Primeiro abastecimento

O primeiro enchimento da sala de armazenamento é a última oportunidade para verificar o design e a acessibilidade do armazenamento em termos de funcionalidade e segurança. Recomenda-se que se recorra à competência de um fornecedor de pellets certificado pela ENplus®. Ele ou ela tem formação na avaliação do armazenamento de pellets e tem experiência com muitas variantes de design. O técnico de aquecimento também deve estar presente durante o enchimento inicial, para poder reagir a quaisquer deficiências ou recomendações identificadas pelo fornecedor de pellets.

Para preparar o primeiro enchimento, deve estar disponível o [protocolo de entrega do armazém de pellets](#). No caso de armazenamento pré-fabricado, as instruções de sopro do fabricante do armazenamento devem ser anexadas junto ao **bocal de enchimento**. Após a conclusão do enchimento, os clientes recebem um relatório de entrega do seu fornecedor de pellets certificado pela ENplus®, que contém todas as informações essenciais sobre o processo de entrega e quaisquer pontos fracos óbvios na sala de armazenamento.

#### 9.3.2 Recarga

Antes de encomendar pellets, deve verificar-se se os defeitos registados no registo de entrega da entrega preliminar foram corrigidos e se é necessário um esvaziamento completo e (se as circunstâncias o exigirem) uma limpeza do armazém (ver [9.4](#)).

Para o enchimento, o operador do aquecimento (ou um representante autorizado) deve estar no local e desligar o aquecimento pelo menos uma hora antes da entrega ou de acordo com as instruções do fabricante. O fornecedor de pellets não pode ligar ou desligar o aquecimento nem efetuar alterações. Deve ser garantido o acesso ao armazém (espaço de estacionamento para o camião de entrega, **bocais de enchimento** e de **aspiração**, alimentação eléctrica do ventilador de aspiração, **caminhos para as mangueiras**).

## 9.4 Limpeza e manutenção

O esvaziamento e a limpeza regulares e completos (se necessário) do acumulador são um pré-requisito para um funcionamento seguro e sem problemas do aquecimento. Se o fabricante não fornecer informações sobre os intervalos de esvaziamento e limpeza, o esvaziamento deve ser efetuado de dois em dois anos, ou anualmente no caso de grandes armazéns que são enchidos várias vezes durante o ano - pelo menos após cada 5.ª entrega.

Tanto os fornecedores de pellets como os técnicos de aquecimento oferecem a possibilidade de efetuar uma limpeza antes do reabastecimento. Imediatamente antes do enchimento, o stock restante de pellets é aspirado do armazém, que é limpo e depois reabastecido. Durante a limpeza, deve ter-se em atenção o seguinte:

- a) No caso de armazéns pré-fabricados, aplicam-se as instruções de limpeza do fabricante;
- b) Entrar nos locais de armazenamento apenas em conformidade com as instruções de segurança (ver 9.1);
- c) Usar uma máscara anti-pó da classe de filtragem **FFP2** e calçado de proteção condutor;
- d) Limpeza com aspiradores industriais da classe de pó M. A partir de um contentor de 50 l e uma potência de motor superior a 1200 W, estes devem ser à prova de explosão, de acordo com a zona **ATEX 22**;
- e) O restante equipamento elétrico deve ter um grau de proteção mecânica de, pelo menos, **IP 54**.

## 9.5 Procedimento em caso de mau funcionamento

O local de armazenamento é a interface entre o combustível e a caldeira e é, portanto, essencial para o funcionamento cómodo e seguro do sistema de aquecimento. Muitas avarias no sistema de aquecimento podem ser atribuídas a deficiências na conceção ou funcionamento do armazém. Se, por exemplo, o **sistema de transporte** para a caldeira estiver bloqueado devido a um aumento de **partículas finas**, as causas podem ser variadas. A secção de sopro, o tapete de impacto, a qualidade das pellets do stock restante e da nova entrega, bem como o processo de sopro, influenciam o número de **partículas finas** na sala de armazenamento. Muitas vezes, é impossível avaliar o que levou exatamente ao mau funcionamento. O operador de aquecimento deve, portanto, confiar em especialistas certificados ou treinados tanto para a tecnologia de combustível como de aquecimento e incluir ambos na resolução do problema.

Se houver dúvidas sobre a qualidade dos pellets, pode ser retirada uma amostra da sala de armazenamento e examinada em conjunto com o vendedor de pellets e o técnico de aquecimento. A dimensão da amostra deve ser de, pelo menos, 1,5 kg. Só existe um valor-limite para as **partículas finas** se forem cumpridos os requisitos da secção 4.1.

## 10. Armazéns de maior dimensão

As afirmações das secções anteriores também se aplicam essencialmente a armazenamentos **de maior dimensão** (> 30 t) ou a armazenamentos com entregas frequentes (>5/ano). Por isso, este capítulo descreve apenas as características especiais do planeamento e operação do armazenamento de pellets para um sistema de aquecimento com mais de 100 kW.

Também é possível aumentar a capacidade de armazenamento através de armazéns pré-fabricados (silos de tecido, silos redondos, silos GRP, armazenamento subterrâneo, etc.), bem como através da expansão de salas de armazenamento. O armazenamento subterrâneo ou os silos exteriores independentes são frequentemente uma solução segura e económica.

### ● Figura 34

**Exemplo de um silo de pellets fechado para instalação no exterior**



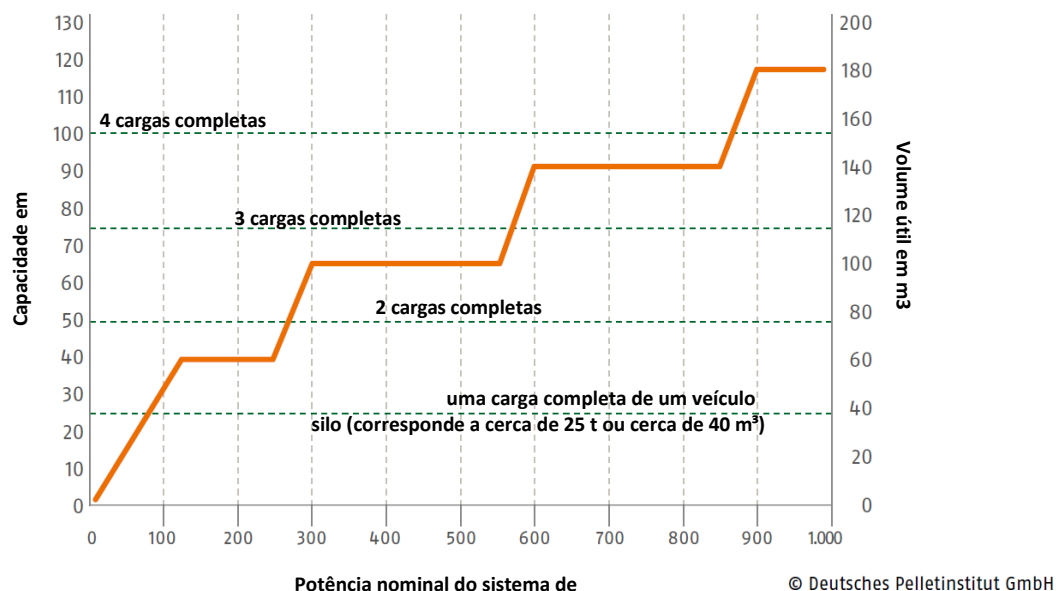
No caso de armazéns **de maiores dimensões**, a ventilação mecânica pode, em alguns casos, ser a opção mais económica devido ao menor custo de construção em comparação com a ventilação natural utilizando condutas de ventilação separadas. Para salvaguardar a solução de ventilação em armazéns **de maiores dimensões**, recomenda-se a instalação de um dispositivo fixo de alerta de CO na zona de acesso ao armazém, desde que esta se encontre no interior do edifício.

### 10.1 Tamanho

Em regra, os armazéns **maiores** são fornecidos com quantidades de entrega de um camião completo de cerca de 25 toneladas (40 m<sup>3</sup>). Uma vez que a instalação de armazenamento não é completamente esvaziada antes de cada entrega, a **capacidade** deve ser ca. 60% maior do que a carga útil do camião de entrega. Se a sala de armazenamento for concebida para veículos com uma carga útil de 25 t, a sala de armazenamento deve conter um total de aproximadamente 40 toneladas, a fim de garantir que o aquecimento possa continuar mesmo em caso de atrasos na entrega. O menor esforço de uma entrega completa também reduz normalmente os custos de entrega.

## ● Figura 35

### Recomendações de tamanho de armazenamento



## 10.2 Sistema de enchimento

O **sistema de enchimento** de um **armazém maior** está sujeito a grandes esforços e, por isso, deve ser sempre feito de metal e com uma espessura de material adequada. Com uma conduta de aspiração longa e permanentemente instalada, o ventilador de aspiração móvel do fornecedor de pellets já não pode cumprir a sua tarefa. Nestes casos, deve ser fornecido um sistema de extração estacionário com um filtro de pó, que funciona durante a entrega dos pellets. Também é possível criar outra abertura para o exterior para que o ar de transporte possa sair. Os requisitos descritos nos capítulos anteriores para um processo de sopro suave dos pellets também se aplicam a armazéns **de maiores dimensões**: as condutas mais curtas possíveis, um espaço de estacionamento próximo para o camião de entrega e evitar arcos no **sistema de enchimento**. Os pellets também podem ser soprados para um silo com uma altura de 20 m, se a conduta for reta ou tiver apenas algumas mudanças de direção.

O sopro de uma carga completa de pellets de madeira pode demorar até duas horas. Durante este tempo, tanto o motor do camião como o compressor estão em funcionamento. Por isso, a proteção contra o ruído deve ser tida em conta no planeamento da sala de armazenamento (espaço de estacionamento para o camião de entrega), especialmente no caso de objetos sensíveis, como edifícios residenciais, hotéis e hospitais.







Como alternativa ao sopro dos pellets, a entrega com camiões de piso móvel também pode ser uma boa solução. Os pellets são então despejados em vez de serem soprados. Se não forem despejadas diretamente num bunker subterrâneo, é importante que o **sistema de descarga** tenha **capacidade** suficiente para minimizar o tempo de paragem do camião.

## 10.3 Sistema de descarga

Para os **grandes** armazéns é frequentemente utilizada uma tecnologia de descarga diferente da utilizada para os armazéns mais pequenos. Esta deve permitir uma boa utilização do espaço e ser muito robusta e à prova de falhas, o que muitas vezes não seria económico para sistemas pequenos. As variantes de descarga recomendadas são descritas na [Tabela 8](#).

● **Quadro 8**

**Requisitos de ventilação para o espaço de instalação de um silo de tecido permeável ao ar (de acordo com a norma ISO 20023)**

Sistema	Perfil
Parafuso central com piso inclinado	<p>Duas prateleiras inclinadas em forma de W. Adequado apenas para armazéns com sistemas de aquecimento de &lt; 200 kW. Sistema robusto, económico e de baixa manutenção, mas com pouco aproveitamento de espaço. Possibilidade de esvaziamento completo alternado.</p> 
Aspiração por cima	<p>Uma <b>cabeça de aspiração</b> desloca-se sobre a superfície dos pellets armazenados e retira os pellets de forma independente e em camadas a partir de cima. Adequado para sistemas de aquecimento &lt; 300 kW e volumes de armazenamento até 90 m³.</p> 
Descarga com núcleo de mola	<p>Um núcleo de mola é acionado pelo parafuso de extração ou de forma independente. O parafuso de transporte pode alimentar os pellets diretamente para o forno. Adequado apenas para armazéns quadrados ou retangulares de sistemas de aquecimento de &lt; 300 kW, de baixa manutenção e económicos.</p> 
Descarga com braço articulado	<p>Braços articulados empurram os pellets em direção ao parafuso de descarga. Adequado para silos circulares ou quadrados de sistemas de aquecimento de &lt; 500 kW. Um número residual de pellets permanecerá sempre no fundo do silo.</p> 
Descarga central	<p>Um parafuso de extração que gira lentamente em círculo transporta os pellets para o centro da sala de armazenamento para descarga. Adequado para silos circulares e sistemas de aquecimento de &gt; 500 kW.</p> 
Descarga de piso móvel	<p>As hastes de empurrar acionadas hidráulicamente movem as estruturas da escada. Isto irá mover os pellets para um <b>transportador de parafuso</b> no final da sala de armazenamento. Sistema potente e robusto para sistemas de aquecimento de &gt; 500 kW.</p> 

# Protocolo de entrega para armazenamento de pellets

## CLIENTE

Nome: .....

Endereço: .....

Telefone: ..... Telefone: ..... Telefone

.....:

## INSTALADOR

Nome: Nome: .....

Endereço: Endereço: .....

Telefone: ..... Telefone: ..... Telefone

## SISTEMA DE AQUECIMENTO

Caldeira: ..... Potência nominal: ..... kW

Apoiado por energia solar?  Sim  Não  Tampão: .....

Local de instalação:  Adega  Nível de vida  Sótão

Enchimento de Pellets:  Parafuso  Aspiração  Combo

Segurança contra chamas:  Registos de incêndio  Câmaras de ar rotativas  Diferentes

< 20Pa  > 20Pa  Compensação da pressão posterior

## APENAS PARA SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO PRÉ-CIRCULADOS

Local de instalação:  Edifício  Exterior  Subterrâneo

Fabricante/Modelo: ..... Capacidade: ..... t

Aspiração necessária durante o enchimento?  Sim

É necessária abertura da sala para a saída do ar de transporte de  400 cm<sup>2</sup>? |  Sim |  Não

É possível utilizar pellets em camadas?  Sim

Instruções de enchimento:  Presentes Onde? .....

## APENAS PARA SALAS DE ARMAZENAMENTO

Capacidade: ..... t Material da parede: ..... Parede mínima: ..... cm

Seco (< 80 % de humidade relativa do ar)?  Sim  Paredes/piso seco

Tapete de impacto: distância da parede: .. cm distância dos bicos de insuflação: .. m  Trajeto livre de obstáculos

Iluminação:  Sim  autorização ATEX-Zone: .....

Acesso (abertura): ..... cm x ..... cm  Porta  Escotilha

Vedação de poeiras contra divisões adjacentes?  Sim  Não

---

### Ventilação DO ARMAZÉM

Ventilação:  Diretamente para o exterior  
 Compartimento com aparelho de aquecimento/ compartimento de aquecimento apenas abertura de ar para a combustão  
 Conceito de ventilação existente

Tipo:  Ventilação com tampa  Conduto de ventilação  Sótão  
 Horizontal  Diferença de altura.....m  Ventilação forçada

Área da secção transversal livre:..... m<sup>2</sup> Número de arcos: .....

Saída de ar: Número de tubos / aberturas:..... Comprimento dos tubos(m):

Entrada de ar: Número de tubos / aberturas:..... Comprimento dos tubos(m):

: Área da secção transversal livre:..... m<sup>2</sup> Número de arcos:

Ventilação forçada: Volume de armazenamento:.. m<sup>3</sup>

Taxa de renovação:...../h

funcionamento com porta acoplada

Área livre da secção da conduta de admissão de ar  75 cm<sup>2</sup>?  Sim (obrigatório)

Proteção contra a entrada de água, insetos e matérias estranhas?  Sim

Ventilação suficiente para um funcionamento seguro de acordo com a norma ISO 20023?  Sim  Não

---

**CONDIÇÕES DE ENTREGA / ACESSIBILIDADE**

**Tubo de enchimento:** Material:.....

Comprimento:.....m secção transversal: mm Arcos:..... x 45°. x 90°

Número de bocais de enchimento:..... Acessíveis do exterior?  Sim

Bicos de aspiração?  Sim Acessível pelo exterior?  Sim

Distância para a localização do ventilador de aspiração:.....m

Espaço de instalação para a ligação da mangueira:.....cm a partir dos bocais

Os bicos estão marcados?  Sim

Os bicos tem ligação à terra?  Sim

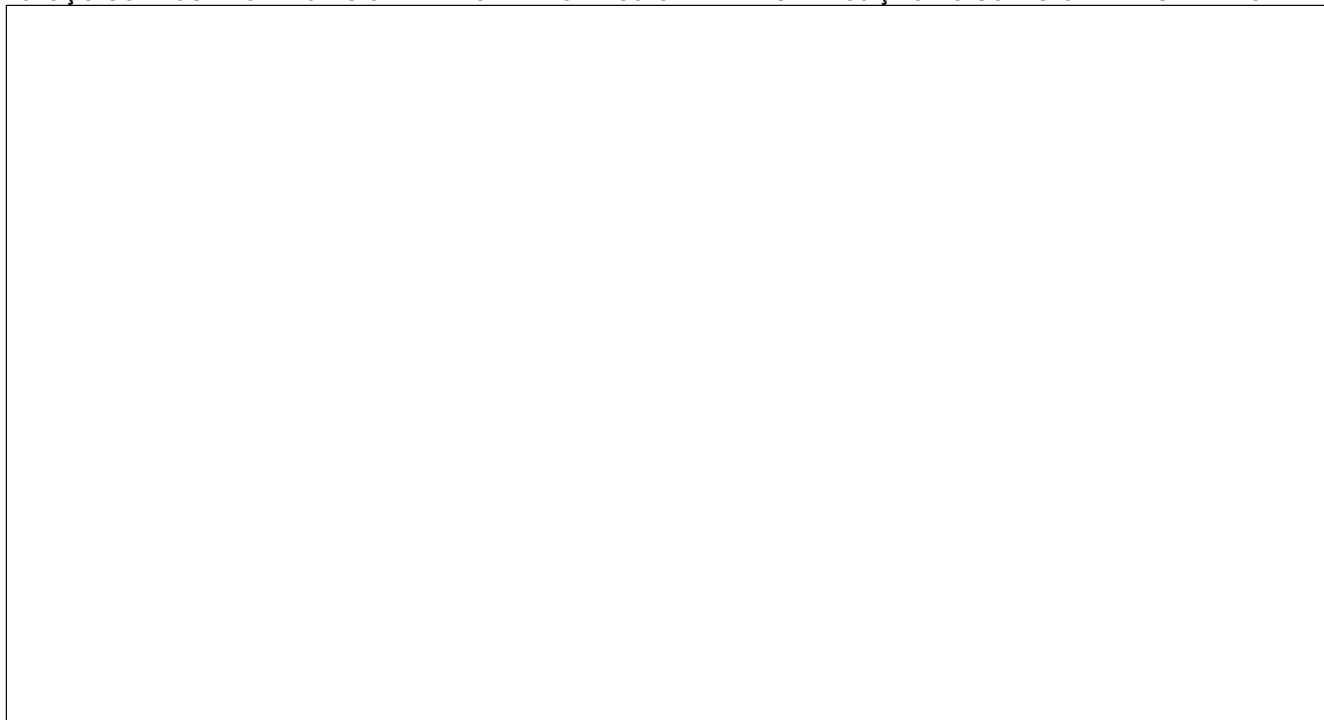
Parque de estacionamento pavimentado para veículo de entrega?  Sim

Acessível para camião articulado?  Sim

Trajeto da mangueira desde o veículo até ao bocal de enchimento:  m

Altura do bocal acima do solo: m

**ESBOÇO COM LUGARES DE ESTACIONAMENTO PARA O VEÍCULO DE ENTREGA E POSIÇÃO DO CONECTOR DE ENCHIMENTO**





## **FUNCIONAMENTO DA ARMAZENAGEM**

Foram dadas instruções sobre o manuseamento do sistema de armazenamento/extração de pellets?  Sim

São fornecidas instruções de esvaziamento e limpeza?     Escrito     Falado

Instruções de segurança para o armazém de pellets em anexo?     Sim     Onde?

Desligar o aquecimento durante o enchimento?     Necessário     Não é necessário

## **CERTIFICADO DE CONFORMIDADE**

Todos os requisitos de acordo com a norma ISO 20023 foram cumpridos?     Sim     Não (Desvio listado abaixo)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Local e data

Instalador

Cliente

Armazenamento para pellets de madeira.



The world-leading  
Wood pellet certification

Somos um sistema de certificação líder mundial, transparente e independente para pellets de madeira. Desde a produção até à entrega, garantimos a qualidade e combatemos a fraude ao longo

de toda a cadeia de abastecimento.

