

## Requisitos Técnicos para aplicação de Respiro Aberto e Válvula de Alívio de Pressão para proteção de Tanques de Armazenamento de Teto Fixo

### 1. Objetivo

Definir as condições técnicas de aplicação de dispositivos de proteção de tanques atmosféricos de teto fixo como Respiro Aberto e Válvulas de Alívio de Pressão e Vácuo, utilizados em instalações de Tanques de Armazenamento.

### 2. Definições

#### 2.1. Respiro aberto ou livre "Open vent"

O Respiro Aberto deve estar sempre aberto para a atmosfera, a fim de permitir a saída dos vapores no enchimento e a entrada de ar no esvaziamento de tanques atmosféricos, em qualquer pressão diferencial.

Para impedir a entrada de materiais externos deve haver uma tela de proteção na saída do respiro.

**Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014  
Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks**

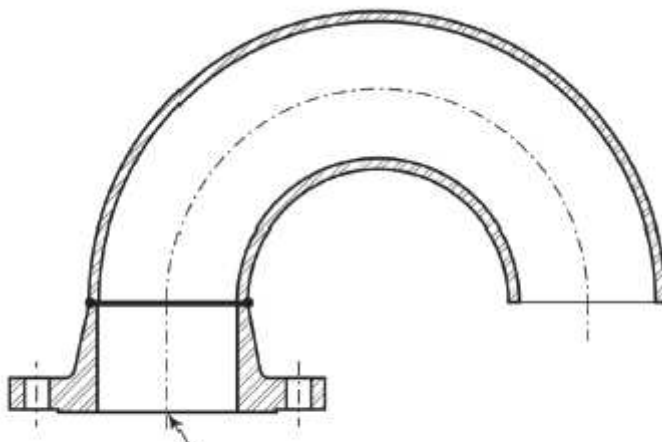
#### C.1 Introduction

*Another type of venting device, an open vent, is available to provide overpressure or vacuum protection for storage tanks designed to operate at atmospheric pressure.*

*An open vent is always open.*

*It allows a tank designed to operate at atmospheric pressure to inbreathe and out-breathe at any pressure differential.*

*An open vent is usually provided with some type of weather hood or shape that prevents rain or snow from entering the tank (see Figure C.1).*



Conexão no teto do tanque

Figura C.1 - Respiro Livre - "Open Vent"

Para a seleção do Respiro Livre se deve considerar a vazão máxima de entrada de ar ou de saída de vapores.

Em regiões com controle da poluição atmosférica o Respiro Livre não é aceitável.

**Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014  
Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks estabelece:**

#### 3.4.1.3 Open Vents

*In areas with strict fugitive emissions regulations, open vents might not be acceptable and vent-device selection should consider the maximum leakage requirements during periods of normal tank operation.*

## 2.2. Válvula de Alívio e Pressão e Vácuo “Pressure/Vacuum Valve - PV valve”

É a válvula utilizada para proteção e segurança contra aumento de pressão ou de vácuo em tanques atmosféricos ou pressurizados, visando a proteção estrutural, redução de perdas do produto armazenado para a atmosfera e prevenção de poluição atmosférica.

Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014  
Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks

### 3.4.1.2 Pressure/Vacuum Valves

*To avoid product loss, PV valves are recommended for use on atmospheric storage tanks.*

A válvula deve ser de atuação direta pela ação do fluido armazenado, para as condições de pressão interna ou de vácuo.

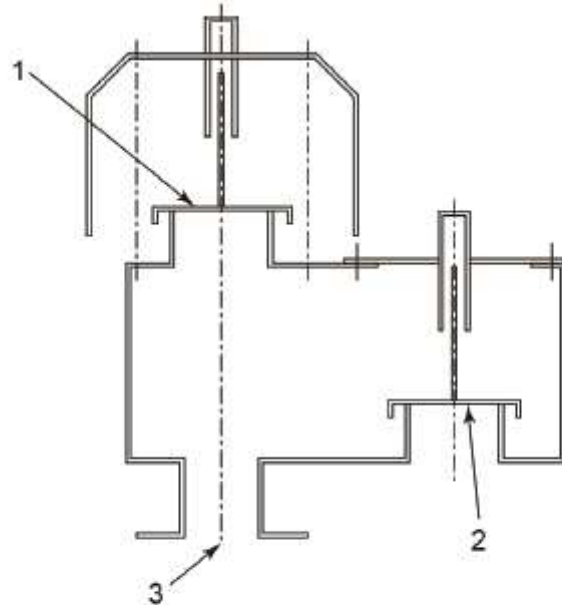
Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014  
Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks

### Annex C - Types and operating characteristics of venting devices

*C.2 Direct-acting vent valves*

#### *C.2.1 Description*

*Direct-acting vent valves are available to provide pressure relief, vacuum relief, or a combination of pressure and vacuum relief.*



1. Palhetas de pressão
2. Palhetas de vácuo
3. Conexão no teto do tanque

Figura C.2 - Válvula de pressão e vácuo "side-by-side PV"

## 2.3. Tampa de emergência de peso calibrado ou Respiro de emergência “Emergency venting”

Para a proteção em casos de emergências operacionais e de fogo externo, utilizar tampas de emergência de peso calibrado sobre boca de visita do teto fixo.

Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014  
Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks

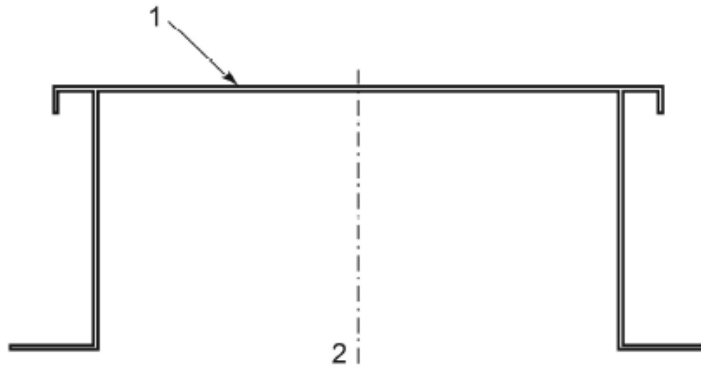
### 3.4.2 Emergency Venting

*Emergency venting may be accomplished by the use of the following:*

*d) a manhole cover that lifts when exposed to abnormal internal pressure,*

### C.2.1 Description

Larger, direct-acting vent valves are available to provide emergency relief and can provide access to a tank's interior for inspection or maintenance. They are typically available in sizes from 400 mm (16 in.) to 600 mm (24 in.) (see Figure C.3).



1. Tampa de peso calibrado
2. Boca de visita no teto do tanque

**Figura C.3 - Tampa de peso calibrado "weight-loaded Emergency vent"**

O material utilizado nas válvulas de pressão e vácuo, nos respiros abertos e nas tampas de emergência calibradas deve ser compatível com o produto armazenado.

As telas dos respiros abertos e das válvulas de pressão e vácuo devem ser de aço inoxidável austenítico tipo 304 ou 316.

O respiro aberto e a válvula de pressão e vácuo devem ser dimensionados para máxima vazão de alívio como requerido na norma API STD 2000 e atender à pressão e ao vácuo de projeto, indicados nas folhas de dados do equipamento.

Os valores de calibração (pressão e vácuo) devem ser fornecidos pelo fabricante da válvula e devem atender ao valor de sobrepressão máxima de 10%.

### 2.4. Corta-chamas "Flame arrester"

É o dispositivo utilizado para evitar a entrada de chama em um tanque, seja originada por descarga atmosférica ou de fogo externo ou de fogo proveniente de tubulações interligadas ao tanque.

Pode ser instalado em Respiro Aberto ou em Válvula de Pressão e Vácuo.

No caso de instalação de válvula de pressão e vácuo com corta-chama, a válvula deve estar posicionada entre o tanque e o corta-chama.

**Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014**

### **Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks**

#### **3.5.2 Design Options for Explosion Prevention**

*c) Flame Arrester—The use of this in an open vent line or on the inlet to the pressure/vacuum valve is an effective method to reduce the risk of flame transmission. The user is cautioned that a sustained fire on the outlet of the flame arrester not designed for endurance burning or on other parts of the tank/fittings may result in temperatures high enough to ignite internal flammable vapors.*

*The use of high temperature alarms on flame arresters can provide warning of flame contact. In addition the use of a flame arrester within the tank's relief path introduces the risk of tank damage from overpressure or vacuum due to plugging if the arrester is not maintained properly. The use of a flame arrester increases the pressure drop of the venting system.*

*The manufacturer(s) should be consulted for assessing the magnitude of these effects. More information on flame arresters can be found in ISO 16852, NFPA 69, TRbF 20, FM 6061, and USCG 33 CFR 154.*

*For the proper selection of a flame arrester, the piping configuration, operating pressure and temperature, oxygen concentration, compatibility of flame arrester material, and explosive gas group (IIA, IIB, etc.) should be considered. For selection of the correct flame arrester, the manufacturer should be consulted.*

### 3. Proteção de tanque de Teto Fixo

#### 3.1. Condição Normal de Operação (“normal venting”)

Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014

Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks

Ponto de Fulgor (°C) do líquido armazenado	Dispositivo de Proteção do tanque de teto fixo
< 60°C (140°F)	<u>Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo + Corta Chama fim-de-linha</u> certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua (“end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning”).
≥ 60°C (140°F)	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Para tanque com espaço de vapor inflamável:</u> <u>Respiro Aberto + Corta chama fim-de-linha</u> certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua (“end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning”).</li><li>• <u>Para tanque sem espaço de vapor inflamável:</u> <u>Respiro aberto sem corta chama</u></li></ul>
Quando o produto é aquecido à temperatura igual ou acima do ponto de fulgor.	<u>Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo + Corta Chama fim-de-linha</u> certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua (“end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning”).
Quando o tanque for de projeto Anexo F, do API STD 650	<u>Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo + Corta Chama fim-de-linha</u> certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua (“end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning”).
Tanque com Sistema de Tubulações ou Dutos para Recuperação de Vapores emitidos do tanque	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>No teto do tanque</u> <u>Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo + Corta Chama fim-de-linha</u> certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua (“end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning”).</li><li>• <u>Nas tubulações ou dutos ligados ao tanque</u> <u>Corta Chama meio-de-linha</u> certificado para detonação instável e combustão de curta duração (“in-line instable detonation flame arrester and short burning”);</li></ul>
Condição de Emergência (“emergency venting”) para tanque em que a ligação teto-costado é “não frágil”	<u>Tampa calibrada de emergência</u> A proteção contra emergência indicada para tanque atmosférico de teto fixo é, preferencialmente, a ligação com solda frágil entre o teto e o costado, que deve romper antes de qualquer outra solda ou componente do tanque, para o alívio do excesso de pressão. Quando o tanque é construído com “ligação frágil” não é necessário dispositivo adicional de emergência, porém quando a ligação teto-costado não é frágil é necessária a instalação de tampas de emergência.
Produtos ultra viscosos	<u>Respiro livre sem corta chama</u> Em tanques contendo líquido ultra viscoso, como asfalto, onde o risco de colapso do tanque, resultado de aderência (“sticking”) das paletas da válvula PV ou de obstrução da colmeia do corta chama, por condensação e polimerização de vapores, é maior que a possibilidade de transmissão de chama para dentro do tanque.

#### Notas:

1. A vazão de alívio na condição normal de operação, para tanque atmosférico, deve ser calculada conforme norma API STD 2000, sem exceder às condições de pressão e de vácuo de projeto do tanque, conforme tabela a seguir:

<b>Vácuo admissível</b>	1 in H2O	25 mm H2O	0,25 kPa	2,5 mbar	0,04 psi
<b>Pressão interna admissível</b>	1,4 in H2O	37 mm H2O	0,35 kPa	3,5 mbar	0,05 psig

No caso de tanque projetado e construído conforme o Anexo F da norma API STD 650- Welded Tanks for Oil Storage, a pressão interna admissível é a pressão resultante do dimensionamento do teto, a ser calculada conforme o Anexo F do API STD 650.

2. Para produtos ultra viscosos (exemplo: óleo combustível ultra-viscoso e resíduo asfáltico), mesmo se aquecidos próximo ao ponto de fulgor, se deve usar respiro aberto sem corta chama.

Nesse caso, o uso de válvula de pressão e vácuo ou respiro aberto com corta-chama, costuma causar problemas de entupimento por vapores que se solidificam nas sedes das válvulas ou nos elementos internos do corta-chama, provocando o risco de pressurização ou vácuo do tanque.

3. A utilização de telas internas, nos respiros abertos e em válvula de pressão e vácuo, deve levar em consideração a possibilidade de obstrução do dispositivo em função do produto armazenado, o que significa inspeção e limpeza periódicas.

4. No passado, havia a crença de que as Válvulas de pressão e vácuo apresentavam a característica de proteção inerente contra a entrada de chama, devido às altas velocidades de saída dos vapores que bloqueariam a entrada de chama.

Testes recentes, no entanto, refutam esta hipótese pelo menos para as condições testadas. O teste demonstrou que uma chama pode se propagar através de uma válvula de pressão e vácuo e penetrar no espaço de vapor do tanque.

Os testes mostraram que a ignição do fluxo de alívio de uma válvula (por exemplo, devido a uma descarga atmosférica) pode resultar em um *flashback* da válvula, com suficiente sobrepressão para levantar a paleta de vácuo, permitindo que a chama entre no espaço de vapor do tanque.

Outros testes mostraram também que, em condições de baixo fluxo, uma chama pode se propagar pelo lado de pressão da válvula.

Por esta razão, atualmente, a utilização de Válvula de pressão e vácuo é sempre instalada com corta chama, tanto do lado de pressão como do lado de vácuo.

**Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014  
Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks**

**3.4 Means of Venting**

**3.4.1 Normal Venting**

**3.4.1.1 General**

*Normal venting for pressure and vacuum shall be accomplished by a PV valve with or without a flame arresting device or by an open vent with or without a flame-arresting device.*

*Protect atmospheric storage tanks against flame transmission from outside the tank if*

- the stored liquid has a low flash point, i.e. less than 60 °C (140 °F) or in accordance with the applicable regulations, whichever is higher; or*
- the storage temperature can exceed the flash point; or*
- the tank can otherwise contain a flammable vapor space.*

**3.4.1.3 Open Vents**

*If open vents are selected to provide venting capacity for tanks that can contain a flammable vapor space as defined in 3.4.1.1, a flame-arresting device should be used. Open vents without a flame-arresting device may be used for tanks that do not contain a flammable vapor space.*

*In the case of viscous oils, such as cutback and penetration-grade asphalts, where the danger of tank collapse resulting from sticking pallets or from plugging of flame arresters is greater than the possibility of flame transmission into the tank, open vents may be used as an exception to the requirements of 3.4.1.1; or heat traced vents that ensure that the vapor temperature stays above the dew point may be used.*

**3.5.2 Design Options for Explosion Prevention**

*d) Pressure/Vacuum Valve—The petroleum industry has had good experience with tanks protected by pressure and vacuum vents without flame arresters.*

*As a result, there has been a belief that this good experience is due to the pressure vents potentially inherent flame-arresting capabilities.*

*Recent testing, however, disproves this hypothesis at least for the tested conditions.*

*See 3.5.4 for more information on flame propagation through pressure vents.*

### 3.5.4 Flame Propagation through Pressure/Vacuum Valves

*Testing has demonstrated that a flame can propagate through a pressure/vacuum valve and into the vapor space of the tank. Tests have shown that ignition of a PV valve's relief stream (possibly due to a lighting strike) can result in a flashback to the PV valve with enough overpressure to lift the vacuum pallet, allowing the flame to enter the tank's vapor space. Other tests show that, under low-flow conditions, a flame can propagate through the pressure side of the PV.*

*Flashbacks through PV valves are rare in the petroleum industry.*

*The following are some factors that may explain this.*

*– The materials stored in most cone roof tanks often do not result in a flammable atmosphere in the tank.*

*– A lightning strike is likely to occur under conditions of cloud cover, so there is a reduced likelihood that the tank is out-breathing. However, it can still be out-breathing if liquid is entering.*

*– A lightning strike is almost always preceded by winds, which keeps the size of the flammable cloud near the PV valve to a minimum.*

### 3.2. Condição de Emergência (“emergency venting”)

A proteção contra emergência indicada para tanque atmosférico de teto fixo é, preferencialmente, a ligação com solda frágil entre o teto e o costado, que deve romper antes de qualquer outra solda ou componente do tanque, para o alívio do excesso de pressão. Quando o tanque é construído com “ligação frágil” não é necessário dispositivo adicional de emergência.

As condições que conferem ao tanque a condição de “ligação frágil” estão definidas no API STD 650 11ª Edição, parágrafo 5.10.2.6.

#### Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014

**5.10.2.6 Frangible Roof:** A roof is considered frangible (see 5.8.5 for emergency venting requirement) if the roof-to-shell joint will fail prior to the shell-to-bottom joint in the event of excessive internal pressure.

Porém, nos tanques, em que a ligação frágil não é possível, usar dispositivos de alívio de emergência como as tampas de peso calibrado, conforme API STD 2000 7ª Edição.

Casos de tanques que requerem a proteção contra emergências, além da proteção para a condição normal de operação estabelecida no item 3.1, deste procedimento:

- a) Tanques com diâmetro nominal menor que 15 m (50 ft);
- b) Tanques dimensionados pela API STD 650 Anexo F;
- c) Tanques atmosféricos, em que a ligação entre o teto e o costado não resulta em uma ligação de baixa resistência mecânica;
- d) Tanques que armazenam líquidos que possam provocar corrosão, condensação de vapores, polimerização ou qualquer outro efeito que seja capaz de bloquear as passagens existentes na válvula de pressão e vácuo ou no corta-chama;
- e) Tanques que armazenam produtos ultra-viscosos aquecidos acima seu ponto de fulgor, com risco de entupimento por vapores que se solidificam nas sedes das válvulas ou nos elementos internos do corta-chama, provocando a pressurização ou vácuo no tanque;
- f) Tanques com Sistema de Recuperação de Vapores emitidos.

#### **Notas:**

1 O dispositivo de emergência deve ser utilizado para os casos de risco de pressão excessiva devido a qualquer uma das seguintes condições, quer isolada ou simultaneamente:

- a- Explosão interna devido a problema operacional;
- b- Descarga elétrica atmosférica sobre o tanque, levando à explosão interna;
- c- Descarga de energia elétrica estática, internamente ao tanque, causando explosão interna;
- d- Exposição do tanque a fogo externo ou de fogo em tanque adjacente;
- e- Recebimento de produto muito quente em tanque com produto leve;
- f- Risco de ruptura de serpentina de vapor d'água de sistema de aquecimento, gerando a formação súbita de bolsões de vapor;

- g- Vaporização súbita de água acumulada no fundo do tanque por entrada de produto mais aquecido;
- h- Vaporização súbita de água residual ao entrar em contato com o produto aquecido acima de 100°C;
- i- Fogo em depósitos de sulfeto de ferro pirofórico dentro do tanque em presença de ar;
- j- Depósitos de coque incandescente em tanques de asfalto;
- k- Soldagem em tanque em presença de gases ou vapores inflamáveis.

2 O dispositivo ou respiro de emergência recomendado são as tampas de emergência de peso calibrado, para abrir na pressão máxima de projeto e instalada em boca(s) de visita do teto.

3 Para tanques em que na operação haja possibilidade de formação de sulfeto de ferro pirofórico ou coque incandescente, deve ser usado ainda um disco de ruptura substituindo a tampa de uma das bocas de visita do teto.

4 A vazão de alívio de emergência deve ser calculada conforme API STD 2000 para que a pressão não exceda o limite máximo de pressão interna, determinada como definido no API STD 650 11ª Edição Anexo F, itens F.4.1, F.4.2 e F.4.3.

#### **4. Vazamento nos dispositivos de alívio de tanques de armazenamento**

O respiro aberto ou livre, como o próprio nome indica permite a passagem de vapores do fluido armazenado para a atmosfera ambiente.

Mesmo para a válvula de pressão e vácuo, a norma API STD 2000 prevê que vaze e prescreve limites para esse vazamento.

Como as variações da pressão são pequenas, as forças de fechamento das palhetas da válvula de alívio de pressão e vácuo são fracas, assim, os requisitos de vedação, para impedir o vazamento pela válvula, não são rigorosos.

#### **Referência: API STANDARD 2000 - Seventh Edition, March 2014 Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks**

##### **3.4.1.3 Open Vents**

*In areas with strict fugitive emissions regulations, open vents might not be acceptable and vent-device selection should consider the maximum leakage requirements during periods of normal tank operation.*

##### **3.4.1.2 Pressure/Vacuum Valves**

*To avoid product loss, PV valves are recommended for use on atmospheric storage tanks.*

Logo, ocorrem vazamentos razoáveis nas válvulas de proteção de tanque, particularmente, se o tanque opera com espaço vapor em uma pressão acima de 75% da pressão calibrada.

Este vazamento ocorre nas condições da válvula fechada, ou seja, as palhetas de pressão e vácuo obstruindo as respectivas sedes.

Mesmo a válvula estando bem calibrada, ocorre o vazamento, que é função das condições de selabilidade das sedes.

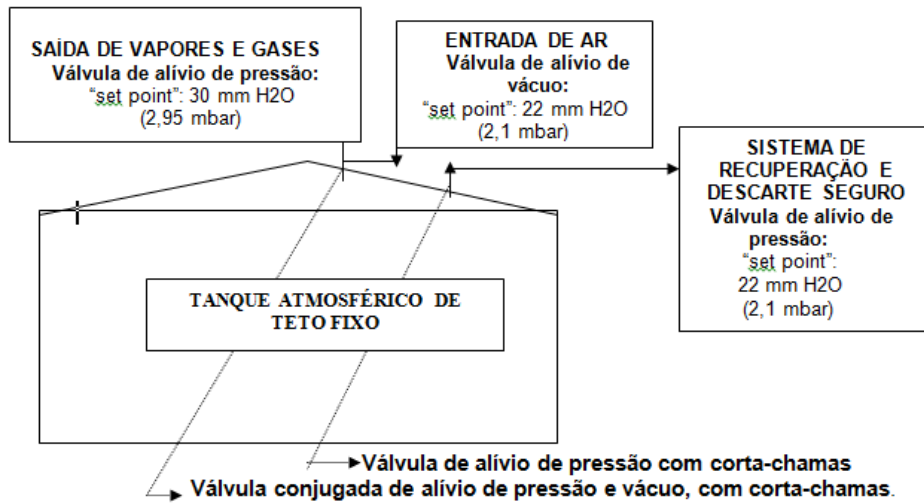
Fica, pois, claro que o respiro aberto e a válvula de alívio de pressão e vácuo não atendem ao requisito da legislação americana 40 CFR CHAPTER I - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY ("United States Government – Code of Federal Regulation) de 500 ppm máximo de vazamento, no caso de armazenamento de fluidos poluentes.

Assim, para o armazenamento de produtos perigosos poluentes voláteis, em tanque de teto fixo, as instalações mais frequentes são:

#### **4.1. Sistema de Recuperação de Vapor - "VRU Vapor Recovery Unit".**

É a instalação de um sistema fechado de tubulações e dutos para recuperação e disposição dos vapores e emissões que exalam de tanque de teto fixo.

A recuperação dos vapores se faz pela interligação dos dispositivos de alívio, em um sistema constituído de tubulações ou dutos que interligam os tanques a uma unidade de processo de recuperação dos vapores condensáveis para reprocessamento, ou para envio ao armazenamento em esferas de gases, ou ainda para queima na Tocha ou Incinerador. Um exemplo desse sistema é o esquema seguinte:

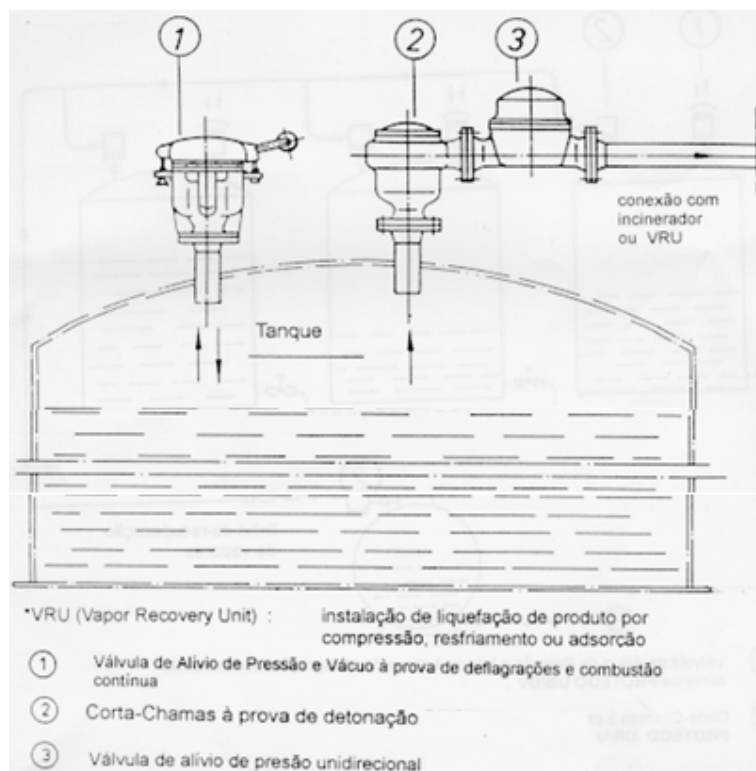


Neste sistema de recuperação há uma válvula de alívio de pressão e vácuo, que descarrega para o ambiente, que é a válvula de segurança do tanque, com os seguintes "set points":

- Permite que a pressão interna do tanque chegue a 30 mm H<sub>2</sub>O (2,95 mbar), quando a válvula começa a abrir, estando totalmente aberta com 36 mm (3;63 mbar);
- Permite que o vácuo no tanque chegue até 22 mm H<sub>2</sub>O (2,1 mbar) quando começa a abrir, estando totalmente aberta em 25 mm H<sub>2</sub>O.

Obs.: esses valores de pressão de abertura estão com base em uma "overpressure" de 20%, que é obtida nas válvulas atuais.

Há ainda outra válvula de alívio de pressão, que descarrega para o sistema fechado de recolhimento dos vapores que saem do tanque e é "setada", para abrir em uma pressão interna de 0,5 oz/in<sup>2</sup> ou 22 mm H<sub>2</sub>O (2,1 mbar).

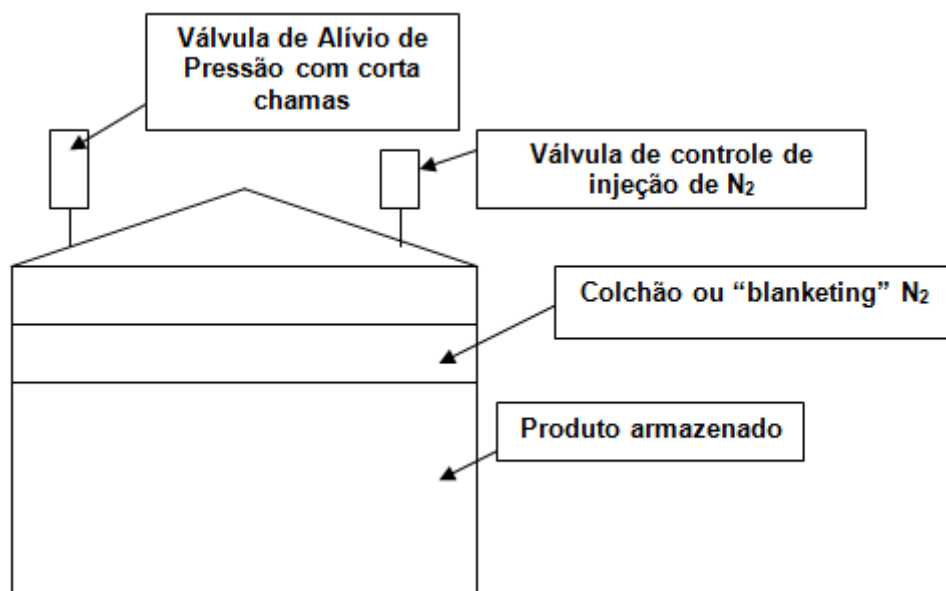




#### 4.2. Uso de colchão de Nitrogênio (“blanketing”)

Outra situação é de tanque em que há um colchão de N<sub>2</sub>-Nitrogênio, sobre o nível do líquido, para o armazenamento de produtos que podem ser oxidados pelo ar ambiente (caso de óleos lubrificantes), ou para evitar vazamento do produto poluente (VOCs-Volatile Organic Compounds) para a atmosfera.

O N<sub>2</sub> no colchão deve estar a uma pressão inferior a 75% a 90% do “set pressure” da Válvula de alívio de pressão, que é quando inicia o vazamento.



A Válvula de alívio de pressão interna do tanque não deve ter vazamento, na pressão de operação, pois junto com o N<sub>2</sub> estará vazando os vapores do produto, e se terá as seguintes situações:

- Custos de alta reposição de N<sub>2</sub>;
- Vazamento de alta concentração de poluente VOC;
- Vazamento de N<sub>2</sub> prejudicando a queima dos vapores no Incinerador.

Os maiores inconvenientes são:

- A vazão do fluxo de Nitrogênio perdido pode ser significativa, causando um custo extra de reposição (“make-up”);
- Além disso, se o tanque está inserido em um Sistema de Recuperação de Emissões, o N<sub>2</sub> estará indo para Tocha ou Incinerador, prejudicando a queima dos vapores emanados.

#### 5. Proteção de tanque de teto fixo com teto flutuante interno conforme API STD 650 e API STD 2000

Referência: API STANDARD 650 Welded Tanks for Oil Storage - Eleven Edition  
Annex H—Internal Floating Roofs

A proteção do tanque deve ser conforme o Anexo H da norma API STD 650.

Como regra geral, adotar o seguinte projeto de proteção de Tanque de Teto fixo com Flutuante interno, de projeto e construção conforme API STD 650 Anexo H.

### Proteção do espaço vapor entre os dois tetos: fixo e flutuante interno

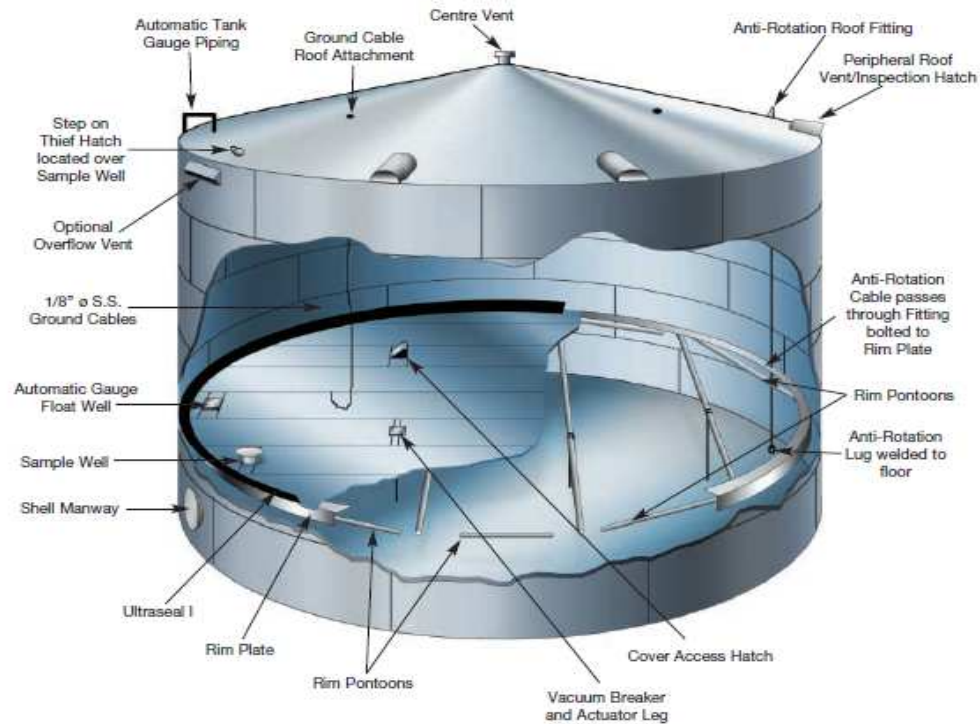
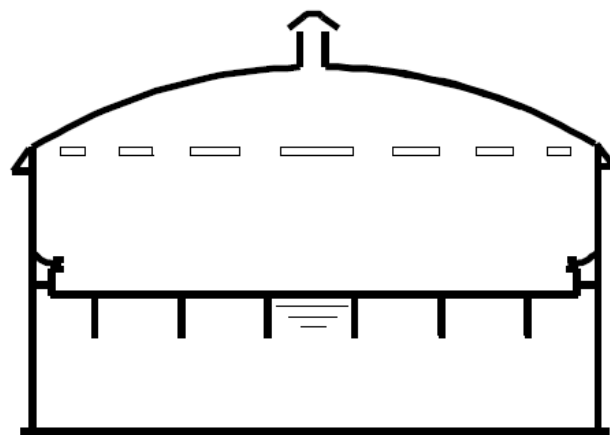
PF: Ponto de Fulgor do líquido na temperatura de armazenamento

#### Tanque teto fixo com teto flutuante interno Tipo de proteção contra sobrepessão e vácuo Líquido com PF > 60°C

##### Conforme API STD 650 Anexo H itens H.5.2.2.1 e H.5.2.2.2

Adotar aberturas de ventilação na periferia superior do costado e no centro do teto fixo (*circulation vents: peripheral and center circulation vents*), respectivamente.

- Não há necessidade de Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo e nem de Respiros de Emergência.
- Não há necessidade de projeto conforme Anexo F do API STD 650.



## Líquido com PF ≤ 60°C

### 1. Proteção estritamente conforme API 650 item H.5.2.2.3.

Não utilizar as aberturas de ventilação e adotar a injeção de gás inerte (*blanketing* de N<sub>2</sub> Nitrogênio) no espaço vapor, entre o teto fixo e o teto flutuante.

O estoque de N<sub>2</sub> deve ser suficiente para atender à condição de formação de vácuo no tanque.

Há necessidade de:

- a. Projeto pelo Anexo F do API STD 650;
- b. Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo com Corta-chama certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua (*"end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning"*);
- c. Respiros de emergência.

### 2. Proteção alternativa com aplicação de salvaguardas

Utilizar a seguinte alternativa para se evitar o uso de "*blanketing*" de Nitrogênio, visto que a logística de ressurgimento deste gás é muito difícil e onerosa.

- a. Não utilizar as aberturas de ventilação nem injeção de gás inerte;
- b. Realizar o projeto pelo Anexo F do API STD 650;
- c. Utilizar Válvula de Alívio de Pressão e Vácuo com Corta-chama certificado para deflagração atmosférica e combustão contínua (*"end-of-line deflagration flame arrester and endurance burning"*);
- d. Em virtude da entrada de ar, na condição de vácuo no tanque, adicionalmente, incluir as salvaguardas a seguir para a proteção do espaço de vapor.

### 3. Salvaguardas para a proteção do espaço vapor entre o teto fixo e teto flutuante interno, que substituem a inertização com gás inerte

#### 3.1. Para impedir a geração de energia eletrostática

- a- Evitar operações de mistura durante o enchimento;
- b- Limitar as taxas ou vazões de enchimento inicial e de máximo fluxo;
- c- Evitar bombear hidrocarbonetos com água ou sólidos dispersos, quando necessário reduzir a velocidade do enchimento;
- d- Bocal de entrada o mais próximo possível do fundo do tanque, não permitir jatos do fluido dentro do tanque.
- e- Utilizar tubo difusor interno no bocal de entrada do tanque;
- f- Se a condutividade do fluido é baixa, há a geração de cargas eletrostáticas por fricção, por isso é necessário a redução da velocidade de fluxo a 1 m/s, até a submersão de 2 vezes o diâmetro do bocal na entrada do tanque.

#### **Nota:**

Difusor é um tubo com rasgos ("*slots*") conectado, internamente, ao bocal de entrada de fluido, para distribuir e acalmar a entrada no tanque.

### **3.2. Para evitar a acumulação de energia eletrostática**

- a- Deixar em descanso o tanque após o enchimento, durante o tempo de residência necessário, para possibilitar o equilíbrio eletrostático entre a superfície do produto armazenado e o tanque;
- b- Aterrar convenientemente o tanque;
- c- Adicionar aditivos anti-estáticos em fluidos de baixa condutividade.

### **3.3. Para evitar a centelha de energia eletrostática**

- a- Remover, ou conectar eletricamente com o tanque, os promotores de centelha;
- b- Após o tanque cheio, aguardar tempo suficiente para que as cargas elétricas escoem pelo aterramento, antes de amostrar ou medir o nível do produto;
- c- Conforme API STD 650 H.4.1.6, o teto flutuante interno deve ser eletricamente conectado ao costado ou ao teto fixo do tanque.

**Referência: API STANDARD 650 Welded Tanks for Oil Storage - Eleven Edition**

*H.4.1.6 All conductive parts of the internal floating roof shall be electrically interconnected and bonded to the outer tank structure.*

*This shall be accomplished by electric bonding shunts in the seal area (a minimum of four, uniformly distributed) or flexible multi-strand cables from the external tank roof to the internal floating roof (a minimum of two, uniformly distributed).*

**Nota:** É admitido projeto de segurança alternativo, desde que devidamente justificado pelo projetista da instalação e aprovado pelo Proprietário.